Die hydroelektrische Ausnützung der aargauischen Wasserkräfte

DISSERTATION

der philosophisch-historischen Fakultät

der Universität Basel

zur

Erlangung der Würde eines Doktors der Staatswissenschaften

vorgelegt von

JOHANN HAFNER

von Künten (Kanton Aargau)

Graphische Werkstätten A. Trüb & Cie., Aarau

1941

Digitized by the Internet Archive
in 2026

https://archive.org/details/IA41546710_0067

Die hydroelektrische Ausnützung der aargauischen Wasserkräfte

DISSERTATION

der philosophisch-historischen Fakultät

der Universität Basel

zur

Erlangung der Würde eines Doktors der Staatswissenschaften

vorgelegt von

JOHANN HAFNER

von Künten (Kanton Aargau)

Graphische Werkstätten A. Trüb & Cie., Aarau

1941

Genehmigt von der Philosophisch-historischen Fakultät

auf Antrag der Herren Professoren

Dr. Fritz Mangold und

Dr. Edgar Salin.

Basel, 23. Dezember 1939.

Prof. Dr. Fritz Mangold

Dekan.

R. UNIV.
BIBLIOTHEEK
LEIDEN

VORWORT

Die vorliegende Arbeit enthält einen allgemein-theoretischen und einen geschichtlichen Teil. Jener soll zur Erkenntnis der vielgestaltigen und komplizierten Produktions-, Kosten-, Wert- und Preisprobleme hydroelektrischer Energie beitragen, während dieser ausschließlich dem Ausbau der aargauischen Wasserkräfte und deren Bedeutung in der schweizerischen Elektrizitätswirtschaft gewidmet ist.

An dieser Stelle sei allen jenen gedankt, die mich bei der Abfassung der Arbeit in irgend welcher Hinsicht unterstützt haben. Besonders wertvoll waren mir die Unterredungen mit Fachleuten sowie die Geneigtheit von Herrn Dir. Niecz (Motor-Columbus A.G., Baden) zur Sichtung des literarischen Materials.

INHALTSVERZEICHNIS

EINLEITUNG

I. KAPITEL: Die wirtschaftlichen Voraussetzungen und Grundlagen der hydroelektrischen Nutzung von Wasserkräften (im spez. Niederdruckwerke). Das Kosten-, Wert- und Preisproblem hydroelektrischer Energie.

1. Allgemeines.
2. Die Voraussetzungen hydroelektrischer Wasserkraftnutzung.
3. Die Regelung in der hydroelektrischen Energieerzeugung.
4. Die Regelung des Verbrauches hydroelektrischer Energie.
5. Wert und Preis hydroelektrischer Energie.
6. Der Konkurrenzkampf zwischen kalorisch-elektrischer und hydroelektrischer Energieerzeugung.

II. KAPITEL: Die geschichtliche Entwicklung der hydroelektrischen Ausnützung der aargauischen Wasserkräfte.

1. Geschichtlicher Abriß der Entwicklung des Wasserkraftnutzungsrechtes im Bunde und im Kanton Aargau.
2. Geschichtliche Entwicklung des Ausbaues aargauischer Wasserkräfte.

I. Allgemeines.
II. Die kommunalen Werke.
III. Die Überlandwerke.
IV. Die industrieeigenen Werke.
V. Statistische Zusammenfassung.
   a) Die Entwicklung des Ausbaues.
   b) Die hydroelektrische Energieerzeugung im Kanton Aargau und ihre Bedeutung in der schweizerischen Elektrizitätswirtschaft.

EINLEITUNG

1. Die wirtschaftliche Bedeutung der Elektrizitätswirtschaft im allgemeinen und im besondern für die Schweiz.

Die wirtschaftliche Tätigkeit hat in den letzten 150 Jahren eine bedeutende strukturelle Veränderung erfahren: die Industrialisierung. Diese Entwicklung brachte eine zunehmende Mechanisierung des Produktionsprozesses, sowie einen fortwährend steigenden Bedarf an maschineller Hilfskraft mit sich. War es die Dampfmaschine (direkter Antrieb), welche der industriellen Entfaltung des 19. Jahrhunderts den Impuls gab, so ist seit der Jahrhundertwende die Elektrizität* an ihre Stelle getreten.

Nicht nur die Industrie verwendet heute die elektrische Energie als Licht- und Kraftspender (einzelne Verbrauchsarten gingen sogar denjenigen der Industrie voran), sondern sie ist überall in die Wirtschaft und Gesellschaft eingedrungen, wo sie wegen ihren unbestreitbaren ökonomischen und hygienischen Vorteilen angewandt werden kann.

In der Schweiz besitzt jedes Wohnhaus elektrisches Licht. Daneben wird die Elektrizität im Haushalt seit neuester Zeit noch in mannigfaltigster Weise verwendet (Vollküche, Staubsauger, Blocher, Glätteeisen, Kaffeemaschine, Warmwasserzubereitung, Strahler, Ventilator, Telephon, Radio, usw).

In Handwerk und Gewerbe ist die Elektrizität nach und nach den verschiedensten Zwecken nutzbar gemacht worden. Genannt seien hier nur einige wichtige neuartige Bearbeitungs- und Erzeugungsverfahren (Kombination Werkzeug-Elektromotor): Elektrische Bohrer, Schraubenzieher, Sägen, Hobel, Fräsen, Stanzen usw.).

---

* Die Erzeugung elektrischer Energie war schon seit der Entdeckung des elektro-dynamischen Prinzipes möglich (W. Siemens, 1869), spielte aber praktisch keine Rolle, da sie bis 1891 nicht elektrisch übertragen werden konnte (s. S. 9).

Die wirtschaftliche Überlegenheit des kleinen und kleinsten Elektromotors über alle andern Antriebsarten hat sicher wesentlich zur Weiterexistenz der Kleinbetriebe beigetragen*.

Auch die Landwirtschaft bedient sich seit geraumer Zeit der weißen Kohle als Licht-, Kraft- und Wärmespender. Die Anwendung elektromotorischer Kraft hat sich in vielgestaltiger Art und Weise durchgesetzt (Häckselmaschine, Schrotmühle, Futterschneidemaschine, Dreschmaschine, Pumpen, Heuaufzüge usw.). Daneben hat die Verwendung von Elektro-Wärme in neuester Zeit eine besonders rasche Ausweitung erfahren in Form von Dörreinrichtungen, Konservierungs- und Sterilisierungsanlagen, Futterkesseln, sowie in der Käserei.

Das Handels-, Verkehrs-, Bank- und Verwaltungswesen hat ebenfalls elektrische Einrichtungen den verschiedenartigsten Zwecken nutzbar gemacht, die allgemein bekannt sein dürften. Erinnert sei hier noch an die Anwendung von Elektrizität in der Medizin (Diagnostik, Therapie, Röntgenbehandlung usw.).

Das anschaulichste Bild elektrischer Energienutzung bietet uns die moderne Industrie. Nicht nur zu Licht- und mechanischen, sondern auch zu chemischen Zwecken wird sie hier verwendet. Neben der Elektro-, Chemie- und Metallurgie, bei denen das Vorhandensein großer elektrischer Energiequanten eine Produktionsvoraussetzung ist, dient die weiße Kohle als Licht- und Kraftquelle den heutigen Schwer- und Konsumgüterindustrien in mannigfachster Weise. Genannt seien hier nur die wichtigsten Verwendungsarten: Dreh-, Revolver- und Automatenbänke, Fräsen, Walzen, Stanzen, Kranen, elektrischer Glüh- und Schmelzofen, (Gießerei, Email- und Porzellanproduktion), Pressen usw. Jeder Industriearbeiter kann heute durchschnittlich über eine elektromotorische Kraft von 5 PS verfügen.

Diese Skizzierung zeigt uns, welch große Bedeutung die Elektrizität im heutigen Gesellschafts- und Wirtschaftsleben einnimmt. Zu bedenken ist, daß die Elektrizitätswirtschaft zu Beginn in kleinen Anfängen verwirkt worden ist, denen eine stufenweise Entwicklung bis zum jetzigen Zustande folgte. Beiden gingen wichtige Entdeckungen und unzählige Forschungsarbeiten vor. Erst mit der Erfüllung sämtlicher wirtschaftlicher und technischer Bedingungen konnte die Elektrizität in einer vorauszusehenden Verwendungsart wirtschaftliches Gut werden.

---

* Vergl. Dr. A. Strickler, Sonder-Nr. Elektrowirtschaft (S. 7).

Die vorstehenden Ausführungen gelten in vollem Umfange auch für die schweizerischen Verhältnisse. Hinzuzufügen ist nur, daß die Elektrizitätswirtschaft unseres Landes einen besonders hohen Grad an Intensität erreicht hat, und daß sie heute ausschließlich auf der Wasserkraftnutzung aufgebaut ist.

Schon früh spielten die fließenden und fallenden Gewässer als Kraftspender eine bedeutende Rolle, und manche Schweizerstadt verdankt ihr Aufblühen einem Wasserlauf, der die Wasserräder der Handwerker trieb. Die gewonnenen Kräfte waren in hohem Maße standortsgebunden und konnten nur auf kurze Distanz mechanisch übertragen werden. Zudem waren diese Energiequellen wegen der unregelmäßigen Wasserführung in ihrer Leistungsfähigkeit variabel, umsomehr als nur kleinere Gewässer ausgenutzt wurden. Nach einem besonders wasserarmen Herbst (1864) schreibt Dr. Th. Zschokke*: «Mühlen und Wasserwerke konnten nur noch mit einem geringen Teil der ihnen nötigen Kraft betrieben werden. Viele waren sogar gezwungen die Arbeit ganz einzustellen. Es bestand daher die merkwürdige Abnormität, daß, während das Getreide sehr wohlfeil war, das Mehl immer teurer wurde. Die Mühlen konnten dem täglichen Gebrauch nicht mehr genügen, und viele Müller fingen an, Dampfmaschinen und Lokomobile um teure Zinsen zu mieten, um in hinreichender Menge die notwendigsten Lebensmittel liefern zu können». Grundsätzlich ist diese Feststellung auch in der heutigen Elektrizitätswirtschaft unseres Landes noch von größter Bedeutung. Die künstliche Korrektur und Regulierung des Wasserregimes wird eine der wichtigsten Aufgaben der schweizerischen Energiewirtschaft bleiben. Die jahreszeitlich stark unterschiedlichen Wasserführungen unserer Flüsse waren es in erster Linie, welche zur Kombination Nieder-Hochdruckwerk führten. Im einzelnen sollen die sich hier stellenden Probleme von der wirtschaftlichen Seite aus später behandelt werden. Erwähnt sei noch, daß durch die bis heute ausgeführten Regulierungen (Seeabflußregulierungen, Akkumulierwerke) die jahreszeitlichen Wasserstände unserer Flüsse nicht mehr so stark von einander divergiren, wie noch vor wenigen Jahren.

Wiewohl die Schweiz arm an fossilen Brennstoffen ist, verloren die Wasserwerkanlagen an Bedeutung, nachdem die von der Ubiquität befreite Kraftquelle, die Dampfmaschine für den mechanischen Antrieb vorgezogen wurde. Diese Entwicklung setzte natürlich erst ein, als es möglich war, Kohlen mit niedrigen Kosten zu transportieren (Eisenbahn). Auch

* Zeitschrift für schweiz. Statistik, Jan.-März 1867 (S. 43).

die einsetzende Verfeinerung der Wasserkraftnutzungstechnik (Turbinen von Bourdin, 1824 und von Fourneyron, 1827), sowie die Entdeckung des elektro-dynamischen Prinzipes (W.Siemens, 1869), vermochten die Entwicklung zu Gunsten der Dampfkraft nicht aufzuhalten. In der Zeitschrift für Schweizerische Statistik vom Jahre 1864 finden wir folgende Bemerkung*: Immer mehr und mehr kommen zum Zwecke der Heizung, sowohl als auch zum Zwecke der Benutzung der Dampfkraft, die Einführung der Dampfkessel in unsere Fabriken in Aufnahme. Bereits existieren in 30 der inspizierten Fabriken Dampfheizungen und in 5 solchen sind Dampfmaschinen in Tätigkeit, die die Wasserkraft ganz oder teilweise zu ersetzen haben». Nicht nur relativ sondern auch absolut ging die Wasserkraft zu Gunsten der Dampfkraft zurück. 1875 hatten wir in der Schweiz noch 70.350 PS installierte Wasserkräfte**, 1888 (Fabrikstatistik) waren es nur noch deren 54.243. 1870 machte die Dampfkraft nur 28,8 % der Wasserkraft aus, während sie 1877 auf 40,1 % und 1882 auf 68,6 % stieg. Da sich diese Zahlen und Verhältnisziffern auf die installierte Leistung beziehen, so darf man annehmen, daß sie für die effektive Energieerzeugung und -Nutzung die Lage der Dampfkraft noch günstiger illustrieren würden.

Bis 1891*** waren die Vorteile der direkten Dampfkraftnutzung (Dampfmaschine), gegenüber der direkten Wasserkraftnutzung (Wasserrad und Turbine) folgende:

a) Die zur Verfügung stehende Kraftquelle war konstant, während bei den Wasserkraftanlagen der Leistungsbezug wegen der nicht immer gleich großen Wassermenge ab Turbinenwelle unregelmäßig war.

b) Die Dampfmaschine, mit oder ohne Generator, konnte überall aufgestellt werden (große Unabhängigkeit von Ursprungsort des kalorischen Kraftstoffes, der durch die Erfindung der Eisenbahn transportfähig wurde). Die aus einem fließenden oder fallenden Wasser gewonnene Kraft (mit oder ohne Umformung in elektrische Energie) war standortgebunden und konnte mittelst Drahtseiltransmission, Druckwasser oder Druckluft mit unverhältnismäßigem Kostenaufwand höchstens 300—500 Meter übertragen werden.

* S. 134, Über das Fabrikwesen des Kantons Glarus.

** Bis 1888 sind alle Zahlen nur Schätzungen; vergl. Diss. Schirmer Alice: «Die schweiz. Wasserkräfte als volkswirtschaftliches Gut (S. 24 f.).

*** 1886 bestand schon die erste elektrische Kraftübertragung. 30—50 PS wurden elektrisch von Kriegsstetten nach Solothurn übertragen (ca. 8 Kilometer), bei einem Nutzeffekt von 70 bis 75 Prozent.

c) Das wirtschaftliche Konkurrenzverhältnis zwischen den beiden Energieerzeugungsarten ist wie heute* vom Kohlenpreis bestimmt worden. Wenn auch die Wasserkraft billiger war, so muß der Bedarf unserer emporblühenden Industrien an konzentrierten großen Kraftquellen, der zu jener Zeit nur durch Dampfmaschinenaggregate gedeckt werden konnte, wichtiger gewesen sein, damit die kalorische Energieerzeugung auch in unserem Lande in solchem Maße Fuß fassen konnte.

In den Jahren 1886 bis 1891 (Frankfurterausstellung 1891) trat ein plötzlicher Wechsel zu Gunsten der Wasserkraft ein, indem deren Standortsgebundenheit durch die Erfindung der elektrischen Stromübertragung beseitigt worden ist. Mit der verbesserten Wasserbau- und Maschinentechnik konnte man nun dazu übergehen, größere Wasserkräfte der hydroelektrischen Energiegewinnung nutzbar zu machen. Vorerst waren es an Flüssen gelegene Städte, die zur Befriedigung ihres lokalen Kraft- und Lichtbedarfes eigene Kraftwerke erstellten (Genf, Schaffhausen, Brugg, Aarau, Baden-Kappelerhof). Diese ersten kommunalen Elektrizitätswerke, so geringfügig, im Verhältnis zu den neuesten Großkraftwerken, ihre Ausbaugröße war, hatten eine wichtige propagandistische Aufgabe zu erfüllen. Sie mußten das Mißtrauen der Bevölkerung gegenüber der Elektrizität beseitigen, sowie den Beweis erbringen, daß die elektrische Energie zu Licht- und Kraftzwecken allen früheren Formen (Gas- und Petrollicht, Dampfkraft usw.) überlegen war. Die rasch darauf folgende Erweiterung der vorhandenen und die Neuerstellung weiterer städtischer Werke läßt darauf schließen, daß die bestehenden Schwierigkeiten in kurzer Zeit überwunden waren.

Auch unsere Industrie erkannte sofort die Vorteile der hydro-elektrischen Wasserkraftnutzung, und mehrere Fabriken gingen dazu über eigene Werke zu erstellen (vornehmlich waren es Spinnereien und Webereien, denen nachher die Zementfabriken und die Elektro-Chemie folgten).

Die großen Überlandswerke entstanden nach 1891, als der Bedarf an Elektrizität sich art- und raummäßig in ungeahntem Umfange steigerte (Rheinfelden, Beznau, Laufenburg, Augst, Gösgen, Ruppoldingen usw).

Der wirtschaftliche und technische Zusammenschluß von Hoch- und Niederdruckwerken wurde erst später entdeckt und 1910 im Beznau-Löntschwerk zum ersten Male in der Schweiz verwirklicht. Die Kupplung von Akkumulier- und Laufwerken, die später zum allgemeinen Prinzip geworden ist, hat eine bunte, jedoch sehr interessante Vorgeschichte. Sie ist

---

* In neuester Zeit fallen auch die Preise der flüssigen Brennstoffe in Betracht.

heute die wichtigste Produktionsregelung unserer Elektrizitätswirtschaft. Darauf soll im einzelnen später zurückgekommen werden.

In den nach 1891 folgenden drei Jahrzehnten hat sich die Energiewirtschaft unseres Landes vollständig auf hydroelektrische Basis umgestellt, da diese Form neben den wirtschaftlichen noch andere Vorteile in sich schließt: Unabhängigkeit vom Ausland, Hygiene, Schiffbarmachung unserer Flüsse usw. Der gesamte schweizerische Kraftbedarf wird heute zu 90 % durch hydroelektrische Werke gedeckt. Vereinzelt finden wir den Dampfkraftantrieb noch in der Industrie (mechanisch und elektrisch). Eine teilweise Anwendung ist gegenwärtig noch bei unseren Bahnen vorhanden. Es ist jedoch anzunehmen, daß in absehbarer Zeit diese kalorischen Reste in der schweizerischen Energiewirtschaft, wenn auch nicht ganz verschwinden, so doch einen beträchtlichen Rückgang erfahren werden. Den heute noch in den Elektrizitätswerken installierten Dampfturbinen kommt nur noch eine Reservestellung zu.

Die volkswirtschaftliche Bedeutung unserer hydroelektrischen Energienutzung ergibt sich aus folgenden wichtigen Daten:

a) Das in den Kraftwerken investierte Kapital beträgt heute nahezu 2,000 Millionen Franken (ohne Verteilungsanlagen).

b) Von der nach neuesten Schätzungen 5 Millionen PS betragenden nutzungsfähigen Wasserkraft sind mehr als 2 Millionen PS ausgebaut.

c) 5,500 Millionen kWh werden heute durchschnittlich jährlich erzeugt. Die einzelnen Verbrauchskategorien nehmen folgende Energiemengen in Anspruch (in Millionen kWh):

Haushalt, Gewerbe und Landwirtschaft	1,500
Industrie (allgemeine Anwendungen)	700
Industrie (chem., metallurgische und thermische Anwendungen)	900
Bahnen	700
Ausfuhr	900
Verluste und Eigenverbrauch	800

d) Die Anschlußwerte der Stromverbraucher pro Einwohner gliedern sich folgendermaßen*:

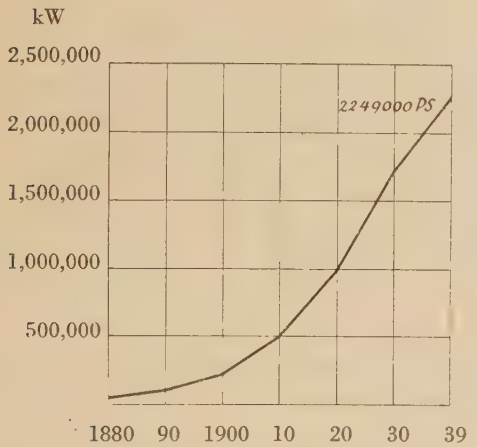
	im Jahre 1919 (Watt)	im Jahre 1931 (Watt)
Für Motoren	117	210
Für Beleuchtung	68	117
Für Wärmeapparate	61	280

e) 320,000 Elektromotoren (die Kleinmotoren, die im Haushalte verwendet werden nicht mitgerechnet) sind heute in Betrieb.

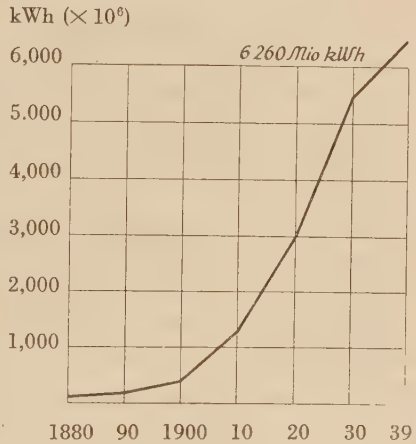
* Die Zahlen sind aus der Sondernummer der «Elektrowirtschaft» 1933 entnommen, zusätzlich Jahresberichte des Schweiz. Wasserwirtschaftsverbandes 1934—1939.

Welch gewaltige Bedeutung die Elektrizität im schweizerischen Gesellschafts- und Wirtschaftsleben spielt, läßt sich an diesen Zahlen ermessen. Hinzuzufügen ist, daß die Entfaltungsmöglichkeit unserer Elektrizitätswirtschaft noch lange nicht erschöpft ist (man denke z. B. nur an das noch nicht befriedigend gelöste Problem der elektrischen Raumheizung) und daß die allgemeine Entwicklung eine steigende Tendenz aufweist.

In zwei Diagrammen* soll hier noch der geschichtliche Aufstieg hydroelektrischer Wasserkraftnutzung in der Schweiz festgehalten werden.



Entwicklung des Ausbaues der schweizerischen Wasserkräfte.



Entwicklung der Energie- und Kraftproduktion der schweiz. Elektrizitätswerke.

Die vornehmste Aufgabe der Energiewirtschaft eines Landes ist, die Belieferung der Volkswirtschaft mit billiger Kraft. Dieser Maxime muß umsomehr nachgelebt werden, je allgemeiner und intensiver der Verbrauch der betreffenden Energieart ist. Die seit 1891 durchgreifende Heranziehung unserer Wasserkräfte, die bis in die allerneueste Zeit in unvermindertem Maße angehalten hat (Rheinwerke: Ryburg-Schwörstadt, Dogern, Rekingen**, das Aarewerk Klingnau, Etzelwerk u.a.m.) deutet darauf hin, daß diese Form unserer Elektrizitätswirtschaft dem schweizerischen Wirtschaftsleben am besten gedient hat und noch dienen wird.***

* Die Zahlen sind aus der Sondernummer der «Elektrowirtschaft» 1933 entnommen, zusätzlich Jahresberichte des Schweiz. Wasserwirtschaftsverbandes 1934—1939.

** Befindet sich z. Z. noch im Bau.

*** Siehe Abschnitt Konkurrenzkampf zwischen kalorisch- und hydroelektrischer Energieerzeugung.

In unserem Lande wurde immer wieder hervorgehoben, daß, abgesehen von gewissen dinglichen Rechten (Ehehaftsrechte), die Gewässer unter öffentlicher Hoheit stehen, und somit ein Nationalprodukt darstellen, dessen Ausbeutung der oben erwähnten volkswirtschaftlichen Prämisse zu unterstellen sei.* Die Bestätigung, daß dies in der Schweiz der Fall gewesen sein dürfte, gibt uns die geschichtliche Entwicklung der Elektrizitätswirtschaft selber, die einen Stand erreicht hat, der über demjenigen aller andern Länder Europas liegt.

2. Die Elektrizität als wirtschaftliches Gut.

Neben den entdeckten Gesetzen der Elektrizität und des Magnetismus (Ampère 1828, Ohm 1828, Faraday 1831), die mehr für die Schwachstromtechnik von Bedeutung waren, sind die Erfindungen des elektro-dynamischen Prinzips (Werner Siemens 1869), der allgemein verwendbaren Glühlampe (Emil Rathenau 1862), einer leistungsfähigen direkten Kraftquelle (Dampfmaschine, Dampfturbine, Explosionsturbine,** Kaplan- und Francisturbine, später Peltonturbine), der rationellen Fortleitung großer und kleiner elektrischer Energiemengen auf weite Distanz (Frankfurterausstellung 1891) und eines leistungsfähigen Transformators in ihrer komplexen Anwendung als Licht-, Kraft- und Wärmespender die Grundpfeiler der Starkstromelektrizitätswirtschaft. Der weitere Aufbau seit der Jahrhundertwende bestand in der schon vorher erwähnten, nach und nach folgenden verschiedenartigsten Nutzbarmachung elektrischer Energie im Haushalt, Gewerbe, in der Landwirtschaft und Industrie, sowie in der ständigen rationalen Verbesserung und Verfeinerung der Wasserbau- und Elektrotechnik.

Konnte man früher nur einige Prozente der kinetischen und potentiellen Energie des fallenden Wassers gewinnen (Wasserräder), so arbeiten die neuesten Turbinen mit einem Nutzeffekt von 98 %. Die im Generator erzeugte elektrische Energie ist nur um 2 % kleiner als die ihm mechanisch zugeführte. Dieser Prozentsatz war vor 30 Jahren noch bedeutend höher. Die neuesten Transformatoren haben einen Wirkungsgrad von 99 %. Für den Elektromotor gelten die gleichen Verhältnisziffern wie für den Generator, jedoch in umgekehrtem Sinne. Der Nutzeffekt der elektrischen Glühlampen ist in neuester Zeit ebenfalls beträchtlich erhöht worden

* Siehe geschichtl. Entwicklung des Wassernutzungsrechtes.

** Erst im Versuchsstadium in der Firma Brown, Boveri & Cie., A. G., Baden.

(Halbwatt-Lampen). Die elektrische Küche ist heute verschiedenerorts der Gasküche bereits wirtschaftlich überlegen. Ungünstiger liegen die Verhältnisse bei der elektrischen Raumheizung, die infolge ihres schlechten Wirkungsgrades mit der Holz- und Kohlenfeuerung noch nicht in Konkurrenz treten kann. Akkumulieröfen und Strahler sind heute jedoch schon sehr weit verbreitet; ihr Betrieb ist aber nur in der Übergangszeit vorteilhaft. Die Elektrotechnik hat auf diesem Gebiet noch Probleme zu lösen, deren Bedeutung nicht besonders hervorgehoben werden muß.

Daß die elektrische Energie ein allgemein anerkanntes wirtschaftliches Gut ist, betrachten wir heute als selbstverständlich. Dem war jedoch noch vor 50 Jahren nicht so. Gewaltige Schwierigkeiten stellten sich der jungen Elektrizitätswirtschaft entgegen (skeptische Einstellung der Bevölkerung gegenüber der unsichtbaren verhältnismäßig teuren Energie, die Finanzierung von Elektrizitätswerken stieß auf großes Mißtrauen, tiefer Stand der Wasserbau- und Elektrotechnik, geringe Möglichkeiten der Erzeugungs- und Verbrauchsregelung usw). Über all diese Hindernisse hinweg hat sich die Elektrizität (kalorische und hydraulische) durchzusetzen vermocht, nicht zuletzt infolge der Initiative von wagemutigen Männern wie Emil Rathenau, Werner Siemens, Walter Boveri u. a. m.

Da die Elektrizität ein wirtschaftliches Gut ist, besitzt sie einen Wert und einen Preis. Als Einheit für die Berechnung derselben gilt die kWh. Der Wert der elektrischen Energie ab Werk ist alles andere als einheitlich. Zum Ausdruck kommt dies in den Tarifen unserer Elektrizitätswerke. Es würde über den Rahmen dieser Einführung hinausgehen, noch weiter in das Wert- und Preisproblem elektrischer Energie einzudringen. Im ersten Kapitel dieser Arbeit (spez. Regelung der Produktion und Konsumtion und Wert und Preis elektrischer Energie), das zur Aufklärung dieses wichtigen Gebietes beitragen soll, werde ich darauf eingehend zurückkommen.

Den geschichtlichen Teil der Arbeit beschränke ich auf das geographische Gebiet des Kantons Aargau, der in der gesamten schweizerischen Elektrizitätswirtschaft eine bedeutende Rolle einnimmt.

I. KAPITEL

Die wirtschaftlichen Voraussetzungen und Grundlagen der hydroelektrischen Nutzung von Wasserkräften (im speziellen Niederdruckwerke)

Das Kosten-, Wert- und Preisproblem hydroelektrischer Energie

1. Allgemeines.

Wasserkraftanlagen sind Werke, in denen die kinetische oder potentielle Energie des fließenden oder fallenden Wassers durch Turbinen oder Wasserräder in mechanische Kraft umgewandelt wird. Tritt noch die weitere Umformung in elektrische Energie hinzu (elektro-dynamisches Prinzip, Generator), so sprechen wir von einem primären Elektrizitätswerk, während die Stromverteilungs- und Umformanlagen (Leitungsnetz, Transformatorenstationen, Kondensatoren usw.) sekundäre Elektrizitätswerke genannt werden.

Die Wasserkraftanlagen und Elektrizitätswerke, die oberirdisch abfließende Gewässer ausnutzen (für unterirdisch abfließende Ströme bestehen wohl Projekte, von denen jedoch noch keines zur Ausführung gelangt ist), werden in zwei Gruppen eingeteilt:

1. Niederdruckwerke (Lauf- oder Flußwerke),
2. Hochdruckwerke Akkumulier- oder Speicherwerke).

Der typische Unterschied zwischen diesen beiden Arten von Werken besteht darin, daß jene eine große Wassermenge und ein kleines Gefälle und diese eine kleine Wassermenge und ein großes Gefälle ausbeuten. Vom geographischen Gesichtspunkte aus spricht man vielfach von houille verte und houille blanche, weil die Laufwerke in der grünen Ebene und die Akkumulierwerke in den mit Schnee bedeckten Alpen liegen.

Bei den Niederdruckwerken unterscheidet man wiederum zwei mehr technische Varianten:

1. Werke mit oder ohne Oberwasserkanal (Einlaufstollen),
2. Werke mit oder ohne Unterwasserkanal (Abflußstollen).

Besonders technische und geologische Gründe (Beschaffenheit des Ufer- und Baugrundes, Bildung von Sand- und Kiesbänken usw.), führten zu dieser Typisierung. Wohl sind auch noch wirtschaftliche Motive darin enthalten, auf die ich aber erst später eingehen kann*.

Nach der Art der Verwendung der gewonnenen elektrischen Energie können wir die Elektrizitätswerke unterteilen:

1. In Eigenwerke (z. B. Bahnwerke, Industriewerke usw.)
2. In Werke des allgemeinen Verbrauches (z. B. Städtische-, kantonale und Überlandwerke)
3. In reine Exportwerke.

*Vergl. auch Diss. A. Ludin: Der Ausbau der Niederdruckwasserkräfte, Karlsruhe, 1910.

Diese Unterscheidung ist jedoch heute nicht mehr so angängig, da sämtliche Elektrizitätswerke in der Schweiz untereinander verbunden und die Verpflichtung eingegangen sind, sich gegenseitig im Falle einer Stromklemme, d. h. wenn der Bedarf an elektrischer Energie die Produktionsmöglichkeit eines Werkes übersteigt, so weit als möglich zu unterstützen.

Die Elektrizitätswerke nach der Ausbaugröße zu ordnen, hat keinen Sinn, da diese mit der technischen Entwicklung im Maschinen- und Bauwesen (speziell Wasserbautechnik) fortwährend ändert, und da eine wirtschaftlich-technisch bedingte Diskrepanz (Produktionsregelung, Spitzenbedarfsdeckung) zwischen den Leistungskapazitäten von Nieder- und Hochdruckwerken besteht. Während noch vor 30 Jahren Kraftwerke mit einer installierten Leistung von 10,000 PS als Riesenwerke angesehen worden sind (z. B. Rheinfelden, Beznau), betrachten wir diese heute noch als mittelgroß. Die Aggregate der neuesten Rheinkraftwerke (Ryburg-Schwörstadt, Dogern) stellen bei günstigem Wasserstand je über 100,000 PS zur Verfügung. Das noch nicht vollendete Werk Rekingen wird mit einer installierten Leistung von 48,000 PS ausgerüstet.

In erster Linie waren es rationale Erwägungen (Produktions- und Betriebskonzentration), die die Ausbaugröße sowohl der Nieder- als auch der Hochdruckwerke so außerordentlich steigerten. Damit wurde auch der volkswirtschaftlichen Forderung, daß möglichst wenig Wasser ungenutzt «bach ab» fließt in hohem Maße entsprochen. Natürlich gilt dies nur für die moderneren Anlagen, die auf das Jahresmittel und darüber (d. h. die durchschnittlich abfließende Wassermenge eines Flußes während eines Jahres) nicht aber für die ältern Werke, die auf das Jahresminimum (d. h. die installierte Leistung ist auf den niedrigsten Wasserstand ausgerichtet), ausgebaut sind.

Die schon vorher erwähnte Diskrepanz zwischen den Ausbaugrößen der Lauf- und Speicherwerke (die gesamte installierte Leistung der Hochdruckwerke übersteigt diejenige der Niederdruckwerke um ca. das Dreifache) ist durch die Erzeugungs- und Verbrauchsstruktur unserer Elektrizitätswirtschaft bedingt.

a) Die Energieproduktion der Niederdruckwerke ist variabel. Das Wasserregime unserer Flüsse bringt es mit sich, daß von den Generatoren der Laufwerke nicht immer dieselbe Leistung bezogen werden kann. Soviel wie die Flußwasserführung im Spätfrühling, Sommer und Frühherbst über dem Jahresmittel steht, soviel liegt sie im Spätherbst, Winter und Vorfrühling darunter. Die neueren Niederdruckwerke

können ihre installierte Leistung im besten Falle während der Hälfte eines Jahres in Betrieb halten. Während der übrigen Zeit stehen, je nach Wasserstand einzelne oder mehrere Aggregate still*. Bei ganz geringer Wasserführung, meistens im Winter, kann die Leistung eines Flußwerkes bis auf $^1/_5$ der Maschinenkapazität herabsinken. Eine wesentliche Verminderung der Leistungsfähigkeit von Niederdruckwerken verursachen die Hochwasser (Rückstauwirkung des Unterwassers, die die Gefällshöhe verringert)**. Eine Übereinstimmung der wirklich ausgenutzten Netto-Leistung mit der installierten Maschinenleistung ist nur bei einem Wasserstande des Flußes möglich, bei dem sämtliche Turbinen mit genügend Wasser gespiesen werden können.

Heute treten bei unseren Großkraftwerken die gleichen Probleme in Erscheinung wie zur Zeit der einfachen Wasserräder, als diese zufolge stark wechselnder Wasserstände in ihrem regelmäßigen Betriebe behindert waren, nur mit dem Unterschied, daß es sich nicht mehr um einige, sondern um hunderttausende von PS handelt, und es sind nicht mehr die Dampfmaschinen und Lokomobile, die einen Ausgleich in der Energieproduktion zu erbringen hatten, sondern die in den Alpentälern gelegenen Speicherwerke.

b) Der Konsum elektrischer Energie weist während den 24 Stunden eines Tages und jahreszeitlich große Schwankungen auf. An Winterabenden entstehen Bedarfsspitzen, verursacht durch das Zusammenfallen des Licht- und Industriebedarfes, die das Doppelte, ja Dreifache des Normalbedarfes ausmachen. Der Konsum an elektrischer Energie im Winter steht allgemein bei uns um $^1/_4$ über demjenigen im Sommer.

Die augenfällige Schwierigkeit in unserer auf hydraulischer Grundlage aufgebauten Elektrizitätswirtschaft besteht demnach darin, daß sich die Produktionsmöglichkeit der Niederdruckwerke und der Strombedarf überschneiden. Aufgabe und Zweck der Hochdruckwerke ist es, diese Lücke auszumerzen. Sie haben überall da einzuspringen, wo der Bedarf an elektrischer Energie die Erzeugungsmöglichkeit der Laufwerke übersteigt. Vornehmlich haben die Speicherwerke die zusätzliche Winter- und Spitzenkraft aufzubringen, die aber ganz beträchtliche Ausmaße annehmen können ($^1/_2$ der in den Flußwerken installierten Leistung). Aber

* Es können auch alle Maschinen mit reduzierter Leistung in Betrieb sein.

** Bei den allerneuesten Werken spielt dies keine so große Rolle mehr, da die benutzten Gefällshöhen (10 und mehr Meter) gegen Hochwassereinflüsse unempfindlicher sind.

auch mitten im Sommer, wenn die Laufwerke durch Hochwasser in ihrer Erzeugung reduziert sind, müssen die Hochdruckwerke zur Energielieferung herangezogen werden. Fallen ein oder mehrere Niederdruckwerke für kürzere oder längere Zeit aus (Kurzschluß, Reparaturen, Umbau usw.), so haben ebenfalls die Akkumulierwerke die Energiequote dieser Werke zu übernehmen, soweit das nicht durch Laufwerke selbst geschehen kann.

Den auffallend hohen Ausbaugrößen der Speicherwerke liegen folgende Ursachen zugrunde:

1. Die Unkonstanz in der Energieerzeugung der Flußwerke,
2. Der stark schwankende Jahres- und Tageskonsum elektrischer Energie,
3. Die Entwicklung der Ausbaugröße bei den Niederdruckwerken,
4. Die Produktions- und Betriebskonzentration. Die fixen und variablen Kosten pro installierte PS konnten damit herabgesetzt werden. Bekanntlich besteht hier nach oben eine Grenze (Gesetz der optimalen Betriebsgröße). Es ist anzunehmen, daß diese auch bei den allerneuesten Hochdruckwerken noch nicht erreicht ist, da deren Ausbaugrößen eine steigende Tendenz aufweisen.

Das Verhältnis zwischen den eingebauten Leistungen in Hoch- und Niederdruckwerken wird in ausschlaggebender Weise wirtschaftlich bestimmt. Da die elektrische Energie aus Speicherwerken durchschnittlich 3 bis 5 mal so teuer ist als die der Laufwerke, können wir den Grundsatz aufstellen, daß nur bei unbedingter Notwendigkeit, die aus der jeweiligen und zukünftigen Produktions- und Konsumtionsstruktur hervorgeht, ein neues Akkumulierwerk erstellt wird. Seit der Entdeckung der Kombination Hoch-Niederdruckwerk ist diesem Prinzip in unserer Elektrizitätswirtschaft strenge nachgelebt worden. Bei den bahneigenen Werken, die eine ganz spezielle Bedarfsstruktur zu befriedigen haben (es müssen sehr hohe, relativ kurzdauernde Leistungen zur Verfügung gestellt werden können) und denen eine selbständige Stellung in der schweizerischen Energiewirtschaft zukommt, mußte davon abgesehen werden. Dazu kommt hier, daß diese Leistungsspitzen während des ganzen Jahres in Anspruch genommen werden. Diese Voraussetzungen erfüllt in der Hydroelektrizitätswirtschaft am besten der Typ des Hochdruckwerkes. Für ein Flußwerk wäre es, auch bei günstigem Wasserstand, unmöglich die stoßweise wiederkehrenden Spitzen des Bahnbedarfes zu decken. Das Leitungsnetz unserer Bahnen wird demzufolge ausschließlich aus Speicherwerken beliefert.

Betont sei hier aber nochmals, daß es sich bei den Bahnwerken um einen Spezialfall in unserer Elektrizitätswirtschaft handelt. Die Elektri-

fikation unserer Bahnen mit Kraftbezug aus Hochdruckwerken, der drei bis fünf mal so hoch zu stehen kommt als jener der Niederdruckwerke, konnte trotzdem durchgeführt werden, da spezielle Produktions- und Konsumtionsverhältnisse vorliegen, und da noch andere Momente (Kohlenpreis, Unabhängigkeit vom Auslande, Hygiene usw.) eine wichtige Rolle spielten.

In dem überaus größten und wichtigsten Sektor der Elektrizitätswirtschaft unseres Landes, der der allgemeinen Verwendung dient, soll die aus Hochdruckwerken gewonnene Energie grundsätzlich nur zur Deckung des Edel-, Spitzen- und Pflichtbedarfes herangezogen werden, da nur hier Preise erzielt werden können, die die Wirtschaftlichkeit und Existenz der Speicherwerke überhaupt ermöglichen. Für gewisse Bedarfskategorien kommen Energiebezüge aus Akkumulierwerken gar nicht in Betracht. Wirtschaftlicher Unsinn wäre es, die aus einem Stausee gewonnene elektrische Energie z. B. in der elektrochemischen oder metallurgischen Industrie zu verwenden, die wohl großer Stromquanten bedarf, aber zu einem Preise, der weit unter den Selbstkosten (5—7 Rp. pro kWh) des Hochdruckwerkes stehen müßte. Nur die Überschuß- und Abfallenergie der Laufwerke (1,5—2 Rp. pro kWh) kann den obgenannten Industrien nutzbar gemacht werden, sofern diese nicht eigene Kraftwerke (Flußwerke) besitzen. Diese Feststellung beweist*, daß die Wertstruktur elektrischer Energie jeder Einheitlichkeit entbehrt.

Ein Akkumulierwerk kann am ehesten mit einem kalorischen Elektrizitätswerke verglichen werden, nur daß nicht Kohle, sondern Wasser in einem Stausee, der im Sommer durch die natürlichen Zuflüsse und durch Hinaufpumpen von Talwasser mit Hilfe überschüssiger Energie der Niederdruckwerke gefüllt wird, gelagert ist. Im Winter und auch bei sonstigen Stromklemmen der Laufwerke wird dann die so gestappelte Energie in Elektrizität umgewandelt und einer qualitativ hochstehenden Verwendung zugeführt.

Wesentliche Unterschiede zwischen einem kalorischen Kraftwerk und einem Hochdruckwerk bleiben aber bestehen. Z. B. sind deren Zweck und Stellung in einer Elektrizitätswirtschaft ungleich, ausgenommen bei kalorischer Produktionsregelung der Laufwerke. Kommt einer kalorischen Anlage die Befriedigung des gesamten elektrischen Energiebedarfes zu, so haben die Hochdruckwerke in unserer Elektrizitätswirtschaft nur eine integrale Funktion zu erfüllen. Da den kalorischen Werken in der Strom-

* S. Abschnitte: «Regelung der Produktion und Konsumtion elektrischer Energie», «Wert und Preis elektrischer Energie».

erzeugung keine Schwierigkeiten entgegenstehen (sofern genügend Kohle, schwer- und leichtflüssige Öle vorhanden sind, kann bei Bedarf jederzeit die installierte Leistung voll ausgenützt werden) haben sie eine bedeutend längere Nutzungsdauer* (6,000—7,000 Std.), als die hydraulischen Elektrizitätswerke (Niederdruckwerke durchschnittlich 5,400 Std., Speicherwerke 2,000—3,000 Std.). Was das wirtschaftlich bedeutet, soll im Abschnitt: «Der heutige Konkurrenzkampf zwischen kalorisch- und hydroelektrischer Energieerzeugung» zur Sprache kommen.

Der gesamte elektrische Energiebedarf läßt sich einteilen:

1. In Konstantbedarf,
2. In variablen Bedarf,
3. In elastischen Bedarf.

Bei der Energieerzeugung unterscheidet man:

1. Edel- und Spitzenenergie,
2. Allgemeine Pflichtenergie,
3. Abfall- und Überschußenergie.

In beiden dieser Schematas kommt wiederum die hierarchische Wertstruktur elektrischer Energie deutlich zum Ausdruck. Während die unter 1. und 2. aufgezählten Kategorien von den Niederdruckkraftwerken in Kombination mit Hochdruckwerken aufzubringen sind, fällt die 3. Kategorie einzig den Laufwerken zu.

2. Die Voraussetzungen hydroelektrischer Wasserkraftnutzung.

I. Die Erstellungskosten.

Nach Ing. Rob. Lauterburg** ist eine Wasserkraft erst dann verwendbar und empfehlenswert, wenn sie:

1. allgemein günstig gelegen ist, für die Zu- und Abfuhr der Roh- und Arbeitsstoffe keine zu großen Umwege erfordere, möglichst an einer Bahn- oder Wasserstraße liegt und für die Anlage der Fabrikstation

* Die Nutzungsdauer erhält man durch Division der Anzahl der abgegebenen kWh durch die installierte Leistung (kW).

** Die Wasserkräfte der Schweiz im Dienste der Industrie, 1890.

am Wasser keine besondern (finanz- und zivilrechtlichen) Schwierigkeiten zu überwinden hat.

2. Wenn sie zu allen Zeiten über ein gewisses (genügendes) Wasserquantum verfügt, und ihr die staatliche oder ortspolizeiliche Konzession nicht etwa auf Grund zivilrechtlicher Opposition wegen Wasserentzug und dergleichen verweigert oder wieder entzogen werden kann.
3. Wenn sie keinen zu großen Wasserstandswechseln oder gar Störungen durch Überschwemmungen, groben Kiesschub oder Eisgang unterworfen ist.
4. Wenn die Wasserkraftanlage (Elektrizitätswerk) wesentlich billiger erstellbar ist als eine gleichwertige Dampf- oder Gaskraftanlage.

Diese Richtpunkte haben auch heute noch ihre Bedeutung. Im Laufe der Entwicklung unserer Elektrizitätswirtschaft sind jedoch weitere wichtige Faktoren beim Kraftwerkbau hinzugetreten. Wegweisend für alle diese Voraussetzungen war das ökonomische Prinzip.

Das Problem der Ausbaugröße von Niederdruckwerken ist seit der Entdeckung der elektrischen Stromübertragung von besonderer Bedeutung. Es kann nicht mehr gleichgültig sein, ob in einem neu zu erstellenden Laufwerk bei entsprechenden Voraussetzungen und Verhältnissen 10,000 PS (Grundlage Jahresmittel) oder nur 2,000 PS (Grundlage Minimalwasserführung) installiert werden.

Die Ausbaugröße der Flußwerke war früher auf den Minimalwasserstand ausgerichtet, da sie jeder zusätzlichen Produktionsregelungsmöglichkeit entbehrten, unter einander nicht verbunden waren und die Garantie bieten mußten, ihren Pflicht- und Spitzenbedarf decken zu können. Erst später, als man mit verschiedenen Einrichtungen (Dampfmaschinen, Tagesausgleichsweihern = kleine Hochdruckwerke, Dampfturbinen, Dieselanlagen usw.) die Bedarfsspitzen zu bewältigen suchte, konnte die Ausbaugröße über der minimalen Wasserführung liegen*. Die Produktionsverschmelzung von Lauf- und Speicherwerken steigerte die installierte Leistung der Flußwerke auf das Jahresmittel der Wasserführung.

Obwohl hier die technischen Probleme zu überwiegen schcinen, waren es doch in erster Linie wirtschaftlich-rationale Erwägungen, die der gesamten elektrizitätswirtschaftlichen Entwicklung zugrunde lagen. Eine Kapitalinvestition, die bei einem heutigen Großkraftwerkbau Millionen von Franken erfordert, wäre ohne die ökonomische Prämisse einer Ren-

* Referat H. & J.-Verein, 1930: Prof. Wyßling bringt die Erhöhung der Ausbaugröße mit der Verwendung elektrischer Energie als Motorenkraft in Zusammenhang.

tabilität zum vornherein ausgeschlossen. Wie in andern Wirtschaftszweigen, so ist auch in der Elektrizitätswirtschaft die Technik nur Hilfsmittel zur Erreichung eines ökonomischen Zieles.

Die gegenwärtigen Verhältnisse in der elektrischen Energieerzeugung (Kombination Nieder-Hochdruckwerk) haben sich nur durchzusetzen vermocht, weil sie die wirtschaftlich vorteilhafteste Anpassung an den Strombedarf in sich schlossen. Der Ausbau der Flußwerke auf die während eines Jahres durchschnittlich abfließenden Wassermengen sowie die Zentralisation in der elektrischen Energieproduktion überhaupt sind wirtschaftlich rückverankert in der heute bestehenden Wert- und Mengenverhältnismäßigkeit zwischen Nieder- und Hochdruckenergieerzeugung, und sie müssen bei der Neuerstellung eines Kraftwerkes mitberücksichtigt werden.*

Natürlich erfordert die Erstellung eines Laufwerkes mit einer Ausbaugröße auf das Jahresmittel ein wesentlich größeres Anlagekapital als ein solches, bei gleichen Voraussetzungen und Verhältnissen, mit einer installierten Leistung, die sich auf die minimale Wasserführung bezieht.** Der erhöhte Kapitaldienst wird aber überkompensiert:

a) Durch die rationale Struktur der gegenwärtigen hydroelektrischen Energieerzeugung (Steigerung der Nutzungsdauer bei den Flußwerken);
b) dadurch, daß die Kosten pro eingebaute PS sinken. (Der Ausbau auf das Jahresmittel bedingt neben der Erhöhung der Aggregatenzahl lediglich eine Vergrößerung des Maschinenhauses und eventuell des Einlauf- und Auslaufkanales. Diese Kostenvermehrung ist im Verhältnis zu den gesamten Baukosten gering.)

Von ebenfalls einschneidender Bedeutung für die Erstellungskosten von Niederdruckwerken ist die Frage, ob eine Flußstufe nur durch eine oder mehrere Zentralen ausgenützt werden soll. Deren Beantwortung ist sehr schwierig, da sie das Konzentrationsproblem der hydroelektrischen Energieerzeugung in sich schließt. Auch hier waren es nicht technische, sondern wirtschaftliche Wertungen, die die Entscheidungen dieser oder jener Art herbeigeführt haben.

Der zentralen Erzeugung hydroelektrischer Energie sind sowohl natürliche als auch wirtschaftliche Schranken gesetzt. Die Uferverhältnisse

---

* Demzufolge ist die Ausbaugröße eines neu zu erstellenden Kraftwerkes nach oben und unten bestimmt durch das Gesetz des abnehmenden Ertrages.

** Gleiche Stauhöhe, derselbe Erstellungsort, artmäßig gleiche Ausführung.

unserer Flüsse erlauben keine beliebige Steigerung der auszunutzenden Gefällshöhe. Aufstauungen von zehn bis zwanzig Meter Höhe sind an günstigen Stellen durchaus möglich (z. B. Elektrizitätswerk der Stadt Zürich bei Wettingen 21 Meter, Ryburg-Schwörstadt 9 bis 12 Meter, Dogern 7 bis 10 Meter usw.), dürften aber die obere Grenze bilden. Eine weitere natürliche Bindung besteht in der zur Verfügung stehenden Wassermenge (m^3/sek.).

Für unser Land stellen die neuesten Rhein- und Aarewerke (Ryburg-Schwörstadt, Dogern, Rekingen, Klingnau) das Maximum zentraler hydroelektrischer Energieerzeugung dar. In der kalorischen Elektrizitätswirtschaft bestehen keine natürlichen Grenzen in der Produktionskonzentration. Emil Rathenau hatte z. B. das fantastische Projekt aufgestellt, ganz Süddeutschland von einer kalorischen Zentrale aus mit elektrischer Energie zu versorgen.*

Durch die Rationalisierung im Bauwesen (Mechanisierung, Maschinisierung) sind die natürlichen Bindungen der zentralen Erzeugung hydroelektrischer Energie etwas gelockert worden. Besitzt das auszunützende Gewässer ein stark eingeschnittenes Flußbett**, so ist eine hohe Aufstauung möglich und wirtschaftlich empfehlenswert, da die Erstellungskosten für ein Großwerk niedriger zu stehen kommen als für zwei oder mehrere kleinere Werke. Weiter spricht für die Ausnützung einer solchen Flußstufe durch nur eine Zentrale der Umstand, daß die unmittelbaren Betriebskosten bei Großwerken ebenfalls verhältnismäßig geringer sind als bei kleineren Anlagen (Betriebsautomatisierung). Müßten an den Ufern hohe Dämme errichtet werden***, damit die Flußstrecke durch nur ein Werk ausgenützt werden könnte, so ist zu untersuchen, ob die gesamten Baukosten höher oder niedriger sind als diejenigen der Erstellung von zwei oder drei Zentralen. Von entscheidender Bedeutung war diese Frage für die Art und Weise der Ausführung des Kraftwerkes Klingnau, indem dort umfangreiche Dammbauten erforderlich waren. Die ganze Gefällsstufe (Aaremündung bis Beznau) wird jetzt durch nur ein Werk ausgenutzt, und das weiter flußaufwärts liegende Projekt Böttstein-Gippingen wurde fallen gelassen. Die maschinelle Errichtung von Uferdämmen ermöglicht heute auch die Erhöhung des Gefälles bei neu zu erstellenden Kraftwerken, die nicht tief eingeschnittene Gewässer ausnutzen. Für die künftige Schiffahrt

* S. Felix Pinner: Emil Rathenau und das elektrische Zeitalter, Seite 140 f.

** Z. B. Reuß, Limmat, Saane, z. Teil Rhein.

*** Z. B. Unterlauf der Aare.

unseres Landes ist dies ebenfalls sehr wichtig, indem die Zahl der Durchschleusungen wesentlich vermindert wird.

Neben der Frage der Erstellungskosten war für die Zentralisation in der hydroelektrischen Energiegewinnung ebenfalls mitbestimmend, daß bei unserem gegenwärtigen Wasserregime (lang andauernde Hochwasser) die Stromerzeugung von Kraftwerken, die relativ hohe Gefälle ausnutzen, weniger gestört wird als bei denen, die über kleine Gefällsstufen verfügen.*

Demnach steigt der wirtschaftliche Nutzungsgrad eines Niederdruckwerkes (gleiche Ausbaugröße, z. B. Jahresmittel, vorausgesetzt) bei Erhöhung seiner Gefällsstufe. Die obere Grenze ist wirtschaftlich bedingt durch die Baukosten der zu errichtenden Uferdämme.

Die Erstellungskosten sind ebenfalls von der Art und Weise der Ausführung eines neu zu erstellenden Kraftwerkes abhängig. Auf Seite 16 wurde auf die Unterscheidungsformen der Laufwerke hingewiesen. Der Zweck der Werkkanäle (Ober- und Unterwasserkanal, Ein- und Auslaufstollen) besteht darin, das auszunutzende Gefälle zu erhöhen.** Die dadurch mehr gewonnene Energie muß demnach imstande sein die Jahreskosten dieser Kanäle zu decken. Durch die Rücksichtnahme auf die Landeskultur (es müßten größere Gebietsstreifen unter Wasser gesetzt werden) ist die Anlegung von Werkkanälen unbedingtes Erfordernis (z.B. Dogern, Gösgen, Aarau). A. Ludin*** ist der Meinung, daß bei der Neuerstellung von Laufwerken die Ausführung von Seitenkanälen nur dann wirtschaftlich sein kann, wenn Flußschleifen abgeschnitten werden können, da hier die zusätzliche Gewinnung an Gefällshöhe besonders groß ist. Die Richtigkeit seiner Ansicht wurde durch den neuesten Kraftwerkbau bestätigt. Von den in jüngster Zeit erstellten Niederdruckwerken ist nur Dogern aus den oben erwähnten Gründen mit einem Einlaufkanal ausgerüstet worden, während bei allen andern (Ryburg-Schwörstadt, Rekingen, Klingnau, Wettingen) Stauwehr und Maschinenhaus in einer Flucht liegen. Vom Gesichtspunkte der Flußschiffahrt ist den Stauseewerken sicher den

* Bei der Nutzung einer Gefällshöhe von 3 Metern ist es möglich, daß ein Werk bei außerordentlichem Hochwasser in der Energieproduktion überhaupt ausfällt, während ein solches mit einer Stufe von 6 Metern in diesem Falle doch noch min. die Hälfte seiner installierten Leistung dem Markte zur Verfügung stellen kann.

** Die gewonnene Gefällshöhe besteht aus der Differenz zwischen dem Gefäll des Flußes vom Stauwehr bis Ende Auslaufkanal und dem Gefälle der beiden Werkkanäle.

*** Diss. A. Ludin, S. 44.

Vorzug zu geben, indem die Schiffe die Kanalströmung nicht zu überwinden haben.

Die von Ing. Lauterburg (Seite 21/22) aufgestellten Richtlinien deuten darauf hin, daß ein neues Elektrizitätswerk mit möglichst geringen Kosten erbaut werden soll. Für den Einzelfall genügt jedoch ein festes Schema nicht, da noch andere Faktoren (günstige Gefällsstufe, geologische Beschaffenheit des Baugrundes, Konsumorientierung usw.) einen Einfluß auf die Festlegung der Baustelle haben.

Richtig ist, daß die Kosten der Baumaterialtransporte für die Fixierung des Bauortes wichtig sind, aber nur dann, wenn alle andern Voraussetzungen gleich günstig sind. (Z. B. zwei in Betracht kommende Gefällsstufen eines Flußes weisen gleichwertige Bedingungen für die Erstellung eines Niederdruckwerkes auf, jedoch mit dem Unterschied, daß die eine nahe der Bahn gelegen ist. In diesem Falle wird natürlich zuerst die Gefällsstufe ausgenützt, die weniger Transportkosten für die Baumaterialien verursacht.)

Über die unter 1. noch aufgezählten finanz- und zivilrechtlichen Schwierigkeiten der Anlage der Fabrikstation am Wasser ist zu bemerken, daß diese nach dem BG über die Nutzbarmachung der Wasserkräfte vom 22. Dezember 1916, Art. 54, in den Konzessionsbestimmungen enthalten und geregelt sein müssen. Sie können deshalb zum vornherein in die Vorkalkulation der Erstellungskostenrechnung einbezogen werden. Möglich ist allerdings, daß unvorhergesehene Schadenswirkungen erst nach der Erstellung des Elektrizitätswerkes eintreten. (Z. B. nach der Inbetriebnahme des Kraftwerkes der Stadt Zürich bei Wettingen wurde durch den 21 Meter hohen Stau der Limmat der Unterwasserstrom, aus dem die Gemeinde Wettingen ihr Quellwasser bezieht, dermaßen beeinflußt, daß die Trinkwasserversorgung dieser Gemeinde eingestellt werden mußte.) Schädigungen solcher Art müssen von den Kraftwerken übernommen werden; nehmen sie größeren Umfang an, so belasten sie die Erstellungskostenrechnung nicht unwesentlich.

Die Erstellungskosten eines Niederdruckwerkes kann man folgendermaßen untergliedern:*

Vorarbeiten: Projektierung, Planlegung, Vermessung, Konzession, Finanzierung;

Grunderwerb (das Recht der Enteignung ist in der Konzession enthalten);

* Diss. A. Ludin, S. 10.

Bauleitung und Aufsicht;

Baukosten: Löhne, Material;

Hochbauten: Wohngebäude, Maschinenhallen, Werkstätten, Lagerschuppen usw.;

Tiefbauten: Fundamente, Wasserbauten usw.;

Erdarbeiten: Fundamentgruben, Kanäle usw.;

Einrichtungskosten: Maschinelle Ausrüstung, Transformatoren, Kondensatoren usw.;

Unvorhergesehenes: Elementarschäden und sonstige Störungen oder Schwierigkeiten im Baubetrieb.

Infolge der verschiedenartigsten natürlichen Verhältnisse, der artmäßigen Ausführung (Kanal- oder Stauseewerk), der unterschiedlichen Ausbaugröße (Minimalwasserstand bis Jahresmittel und darüber), sowie der ungleich hohen Gefällsnutzung sind die Anteile der einzelnen Aufwand- und Kostengruppen von Werk zu Werk verschieden, und ein Vergleich wäre unzweckmäßig. In der Regel sind die Aufwendungen der Bau- und Einrichtungskosten von größtem Ausmaß. Demzufolge ist die Rationalisierung im Bau- und Maschinenwesen für den Kraftwerkbau von besonderer Bedeutung. Im Verhältnis zu den gesamten Baukosten nehmen die andern Aufwandposten (Vorarbeiten, Konzession, Grunderwerb usw.) eine untergeordnete Stellung ein.

Vergleichen kann man die Erstellungskosten der Laufwerke, wenn die sogenannten Einheitskosten* als Grundlage genommen werden. Allgemein sind diese bei hydraulischen Kraftwerken höher als bei kalorischen Anlagen**. Wie auch in andern Wirtschaftsgebieten, brachte die Zentralisation im Kraftwerkbau für beide Energiegewinnungsarten eine Degression der Einheitskosten mit sich, das Motiv für die Erstellung nur noch großer Anlagen. Ohne natürliche Schranken trifft dies besonders bei der kalorischen Energieerzeugung zu.***

Einen wirksamen Einfluß auf die Gestaltung der Erstellungskosten eines Kraftwerkes haben die wirtschaftlichen Wechsellagen. So wurden z. B. die hydroelektrischen Anlagen vor 1914 bis 1918 mit bedeutend niedrigerem Kostenaufwand gebaut als diejenigen nach Beendigung des

---

* Das sind die Kosten pro installierte PS oder kW.

** Durchschnittlich bei hydraulischen Werken 600 bis 800 Fr. pro PS, bei kalorischen Werken 300 bis 450 Fr. pro PS.

*** S. S. 24.

Krieges. Da die Erstellung eines neuzeitlichen Überlandwerkes gewaltiger Kapitalinvestitionen bedarf, so spielen die Verhältnisse am Kapitalmarkte für die Inangriffnahme eines baureifen Projektes eine ausschlaggebende Rolle. Wegen Finanzierungsschwierigkeiten wurde z. B. der Bau des Kraftwerkes Rheinfelden stark verzögert.* Der zweckmäßigste Zeitpunkt für den Bau neuer Anlagen wäre, eine künftige Steigerung des Verbrauches elektrischer Energie vorausgesetzt, derjenige einer wirtschaftlichen Depression. Der Kapitalbedarf könnte zu vorteilhaften Bedingungen gedeckt werden (niederer Zinsfuß), und ein Teil der Arbeitslosen im Baugewerbe würde absorbiert.

II. Die festen Jahreskosten.

Das sind die Posten der Gewinn- und Verlustrechnung, die ganz oder doch zum größeren Teil entstehen, auch wenn das Unternehmen nur partiell seine Produktions- oder Umsatzkapazität wirtschaftlich ausnützen kann. Bei Laufwerken betragen die festen Jahreskosten 90 %, bei den Speicherwerken sogar 95 % der allgemeinen Produktionskosten. Zum größten Teil bestehen sie aus dem Dienst für das aufgewendete Kapital.

Die festen Jahreskosten eines hydroelektrischen Primärwerkes setzen sich wie folgt zusammen:

1. Zinsen- und Kapitalrückzahlungsdienst,
2. Amortisation an Bauten und Maschinen,
3. Rücklagen für Reparaturen, Um- und Neubauten,
4. Reservefonds zur Ablösung des Rückkaufsrechtes des konzedierenden Gemeinwesens nach 80 Betriebsjahren,
5. Wasserzinsen,
6. Staats- und Gemeindesteuern,
7. Betrieb und Unterhalt der Schleuseneinrichtungen.

Die Höhe des Zinsen- und Kapitaldienstes ist abhängig von der Lage des Kapitalmarktes, die zur Zeit der Anleihensaufnahme bestanden hat. Zinsfußänderungen innerhalb der Kreditfrist können nur insofern einen Einfluß auf dessen Höhe ausüben, als die Möglichkeit besteht, Anleihen ganz oder teilweise zu konvertieren.

Für die Amortisation von Bauten und Maschinen kann man folgendes Schema anwenden:

* Vergl. Diss. A. Ludin, S. 10.

a) Werkbauten werden auf die Zeitperiode von 60 bis 80 Jahren abgeschrieben.

b) Für Maschinen und andere Einrichtungen (Turbinen, Generatoren, Kondensatoren, Transformatoren usw.) besteht eine Abschreibungsfrist von 20 bis 30 Jahren.

Innerhalb kürzerer Zeiträume kann jedoch die maschinelle Ausrüstung eines Elektrizitätswerkes durch technische Erneuerungen mit einem höheren wirtschaftlichen Nutzungsgrad entwertet werden.*

Die Rücklage für Reparaturen, Um- und Neubauten sind hauptsächlich dazu bestimmt, technische Erneuerungen in den Zentralen zu finanzieren. Sie dienen auch dazu, die regelmäßig wiederkehrenden Kosten für die Auswechslung der Wicklungen und Pole des Generators zu decken.

Der unter Punkt 5. erwähnte Reservefonds beruht auf folgender Überlegung. Nach dem Gesetz über die Nutzbarmachung der Wasserkräfte vom 22. Dezember 1916 fällt nach 80 Betriebsjahren das Eigentumsrecht eines hydroelektrischen Primärwerkes dem konzedierenden Gemeinwesen zu, ohne irgendwelche Vergütung. Da das Werk nach 80 Betriebsjahren immer noch einen Kapitalwert darstellt (die Anlage wurde, so weit als möglich fortwährend auf dem Stand des technischen Fortschrittes gehalten), so kann der ursprüngliche Eigentümer ein Gesuch um Konzessionsverlängerung stellen. In diesem Falle muß er aber dem verleihenden Gemeinwesen den Schatzungswert des Werkes zur Zeit der Übergabefälligkeit vergüten. Eine Pflicht seitens des konzedierenden Gemeinwesens, dem Gesuch um Konzessionsverlängerung zu entsprechen, besteht nicht. Die Gemeindewerke und in neuester Zeit auch die Werke gemischtwirtschaftlicher Unternehmungen machen hier eine Ausnahme, indem hier z. B. der Kanton dem Gesuch um Konzessionsverlängerung Folge zu leisten hat, unter Voraussetzung der vorerwähnten Rückvergütung (WRG Art. 58).**

Die Wasserzinsen, die in der Schweiz meistens von den Kantonen erhoben werden, betragen maximal Fr. 6.— pro installierte PS (WRG, 49). Die Festsetzung der Wasserzinshöhe wurde im WRG, innerhalb seiner Schranken, den Kantonen überlassen.***

Der Aufwand an Staats- und Gemeindesteuern hängt ebenfalls von der entsprechenden Staats- und Gemeindesteuergesetzgebung ab.

---

* Besonders auf dem Gebiete des Turbinenbaues wurden in allerneuester Zeit große Fortschritte gemacht (Kaplan-Turbinen mit beweglichen Schaufeln).

** Gesetz über die Nutzbarmachung der Wasserkräfte vom 22. 12. 16 wird künftig mit WRG bezeichnet.

*** S. S. 52 ff.

Da die hydroelektrischen Kraftwerke einer größeren Kapitalinvestition bedürfen (pro Leistungseinheit) als kalorische Anlagen, so ist das Verhältnis der festen Jahreskosten zwischen diesen beiden Energieerzeugungsarten zum voraus schon bestimmt. Dieses wird durch den Umstand modifiziert, daß die Abschreibungsdauer für Dampfturbinen kürzer und daß der Entwertung infolge technischer Erneuerungen ein weiterer Spielraum gegeben ist als für Wasserturbinen. Im allgemeinen stehen die festen Jahreskosten bei den hydroelektrischen Kraftwerken um ½ bis ¾ über denjenigen kalorischer Zentralen.

III. Die variablen bezw. unmittelbaren Jahreskosten.

Darunter versteht man Aufwendungen, die direkt oder indirekt mit dem Nutzungsgrad der Produktionskapazität verbunden sind. Sie weisen folgende Gliederung auf:

1. Gehälter und Löhne (Verwaltungspersonal, technische Angestellte, Arbeiter),
2. Neben- und Hilfsmaterialien (Öle, Fette usw.),
3. Allgemeine Geschäftsunkosten (Verwaltung, Propaganda usw.).

Die kalorischen Elektrizitätswerke weisen einen weitern sehr wichtigen Posten bei den unmittelbaren Jahreskosten auf, das Betriebsmaterial: Kohle, Holz, schwer- und leichtflüssige Brennstoffe. Dieser Aufwand ist bei der Wasserkraftnutzung nicht vorhanden. Höchstens ein Teil der Konzessionsgebühr und des Wasserzinses könnte den variablen Jahreskosten aufgerechnet werden.

Bei Niederdruckwerken betragen die unmittelbaren Jahreskosten ca. 10 %, bei den Hochdruckwerken ca. 5 % der allgemeinen Produktionskosten. Durch Veränderungen der Lohnverhältnisse, Rationalisierung der Verwaltung, Ausweitung der Propaganda können sie in ihrer Höhe beeinflußt werden.

Die variablen Jahreskosten übersteigen bei kalorisch-elektrischer Energiegewinnung diejenigen der elektrischen Wasserkraftnutzung um ein Mehrfaches. Der Grund liegt darin, daß die Dampfturbinen und Dieselanlagen einen wesentlich teureren Treibstoff brauchen als die Wasserturbinen.

Die Konzentration in der hydroelektrischen Energieproduktion hat sowohl die festen als auch die variablen Jahreskosten pro installierte PS gesenkt. Durch die Betriebsautomatisierung in den Zentralen wird ein

Teil der unmittelbaren Jahreskosten (Gehälter und Löhne) in feste Jahreskosten umgewandelt.

IV. Der Zeitpunkt der Erstellung eines neuen hydroelektrischen Kraftwerkes.

Für den Volkswirt stellt sich die wichtige Frage, ob (im allgemeinen) die gegenwärtige und die zu erwartende Bedarfsgestaltung elektrischer Energie die Erstellung eines neuen primären Elektrizitätswerkes (im speziellen Hoch- oder Niederdruckwerk) rechtfertigt.

Diese Frage war verhältnismäßig leicht zu beantworten, als sich der Konsum elektrischer Energie nicht nur intensiv, sondern mehr extensiv ausweitete. Die Motor A. G., Baden, löste seinerzeit diese Aufgabe so, daß sie ein neues Konsumgebiet, das von einem neu zu erstellenden Kraftwerke beliefert war, Jahre zum voraus nach Möglichkeit mit elektrischer Energie aus schon vorhandenen Werken beschickte, und so die Absatzmöglichkeit vorbereitete. Kam die neue Anlage in Betrieb, so konnte sie von Anfang an mit einem gewissen Bedarfsstand rechnen. Zum voraus wurde auch sukzessiv das Leitungs- und Verteilungsnetz erstellt und sofort so weit als möglich in Gebrauch genommen, um zu vermeiden, daß totes Kapital entstehe.

Bei einem hydroelektrischen Werke ist es wegen der Struktur seiner Produktionskosten von größter Bedeutung, daß es nach seiner Betriebsbereitschaft sofort mit der ganzen Kapazität arbeiten kann. Ist das nicht möglich, so arbeitet das Werk unwirtschaftlich, denn die hohen festen Jahreskosten bleiben bestehen.

Wird ein neues Elektrizitätswerk (Nieder- oder Hochdruckwerk) dem Betrieb übergeben, so steigt die Produktion an weißer Kohle von einem Tag auf den andern vertikal um dessen Leistungsfähigkeit, während man nur mit einer sukzessiven Zunahme des Konsums rechnen kann. Zufolge der zeitlichen Diskrepanz zwischen Angebot und Nachfrage elektrischer Energie wird es bei der Inbetriebnahme neuer Primärwerke immer Verluste geben. Wie man diesen entgegenzutreten sucht, möchte ich hier an einem praktisch-schematischen Beispiel zeigen.

Ist unsere Elektrizitätswirtschaft mit ihrer heutigen Erzeugungs- und Bedarfsstruktur bei ihrer möglichen Produktionskapazität angelangt, und muß, gemäß den zukünftigen Bedürfnissen, ein neues Kraftwerk erstellt werden, so ergibt sich, wenn die oben erwähnten Verluste vermieden werden sollen, folgende Möglichkeit. Die Überschuß- und Abfallerzeugung

elektrischer Energie, die nicht einem gebundenen Pflichtbedarf dient, muß in erforderlichen Maßen dazu verwendet werden, Talwasser in Stauseen zu befördern, um so die Leistungsgröße der Hochdruckwerke zu erhöhen. Die derart künstlich vergrößerte Energieerzeugung kann dazu verwendet werden, den zukünftigen Energieabsatz eines neu zu erstellenden Kraftwerkes bis zu dessen Fertigstellung zu übernehmen. Der elastische Konsum an Abfall- und Überschußkraft der Laufwerke muß nach Maßgabe des steigenden Allgemeinbedarfes eingeschränkt werden. Nach der Inbetriebnahme des neuen Primärwerkes nimmt jener wieder seine ursprüngliche Größe ein.

Die oben erörterte Regelung ist nur möglich, sofern es sich in unserer Elektrizitätswirtschaft um eine intensive Verbrauchsausweitung und nicht um eine Vergrößerung des Pflichtspitzenbedarfes handelt. In diesem Falle kann kein interner Ausgleich mittelst der oben erwähnten Konsumverschiebung mehr stattfinden, da die gesamte installierte Leistung der Elektrizitätswerke zeitmäßig vollständig beansprucht wird. Für die Erhöhung des Pflicht- und Spitzenbedarfes besitzen wir in der Schweiz eine Leistungsreserve in Form von Hochdruckenergie. Wird diese im Laufe der Zeit angegriffen, so kann zur Ausführung eines neuen Kraftwerkes (Hoch- bezw. Niederdruckwerk) herangeschritten werden. Die Verluste sind hier absolut unumgänglich und können nur durch einen nach und nach erfolgenden Vollausbau der neu erstellten Zentrale herabgemindert werden (Senkung der festen Jahreskosten).

Die wirtschaftlichen Einbußen, sowohl bei der Neuerstellung von Lauf- als auch von Speicherwerken, hatten und haben eine Wirkung auf die Konzentration der hydroelektrischen Energiererzeugung. So treten wir hier noch einmal der Frage entgegen, ob eine Gefällsstufe durch ein, zwei oder mehrere Zentralen ausgebeutet werden soll, da die Verluste bei der sukzessiven Inbetriebnahme von kleineren Kraftwerken geringer sind als wenn ein neues Großwerk seine Produktion auf den Markt wirft. Diesem Vorteil der Nutzung einer Flußstrecke durch mehrere Werke stehen aber all die auf Seiten 23 und 24 angeführten Nachteile gegenüber. Die Zentralisation in der hydroelektrischen Wasserkraftnutzung ist weiter gefördert worden durch genaue Analysen des elektrischen Energiemarktes. Auch diese sind ein Mittel zur Reduktion der Verluste bei der Inbetriebnahme neuer Elektrizitätswerke.

Der Erstellung eines Kraftwerkes muß eine mengen- und artmäßige Untersuchung des gegenwärtigen und künftigen elektrischen Energiemarktes vorausgehen und zwar nicht nur für lokal begrenzte Gebiete (bei

autonomen städtischen Werken ist dies in beschränktem Maße noch möglich), sondern, da die Elektrizitätswerke der ganzen Schweiz untereinander verbunden sind, für den gesamtschweizerischen Wirtschaftsraum. Damit soll das Risiko einer Kapitalfehlinvestition vermindert werden. Besonders bei der Neuerstellung eines Hochdruckwerkes muß das Verhältnis von Erzeugung und Verbrauch elektrischer Energie genau ermittelt werden, da die Akkumulierwerke in unserer Elektrizitätswirtschaft nur eine integrale Stellung einnehmen (Ausnahme Bahnwerke) und nur relativ kurzdauernde Bedarfssektoren zu befriedigen haben. Zudem sind die Erstellungskosten pro Leistungseinheit bei Speicherwerken wesentlich höher als bei Laufwerken. Speziell die Gestaltung des Edel-, Pflicht-, Spitzen- und Reservebedarfes muß zur Bestimmung des Zeitpunktes der Ausführung eines Hochdruckwerkes einer eingehenden Prüfung unterzogen werden. Die Erstellung des Etzelwerkes hat z. B. eine starke Kritik hervorgerufen, in der geltend gemacht wurde, daß die gegenwärtige und zukünftige Struktur des elektrischen Energiekonsums kein Speicherwerk verlange.

3. Regelung in der hydroelektrischen Energieerzeugung.

Die größten Schwierigkeiten in einer hydroelektrischen Energiewirtschaft liegen im Wasserregime der Flüsse und Ströme, in der Natur der Elektrizität als wirtschaftlichem Gut, da sie nur in beschränktem Maße lagerungsfähig ist und in der Bedarfsgestaltung.

Um diesen besondern Verhältnissen wirksam entgegentreten zu können, bedurfte und bedarf es noch heute einer planmäßigen Regelung sowohl bei der Erzeugung als auch beim Verbrauch elektrischer Energie. Die Entwicklung der Produktionskorrektur der Niederdruckwerke hat eine Geschichte von bald 50 Jahren hinter sich. Wegleitend für diese waren stets ökonomische Erwägungen, d. h. die angewandten Mittel sollten einen möglichst hohen Nutzen erbringen.

Aus klimatischen Gründen ist, wie schon vorher dargelegt wurde, der Abfluß unserer Gewässer jahreszeitlich sehr ungleich. Die niedrigsten Wasserstände treten im Winter auf, während im Sommer mit überdurchschnittlichen Wasserabflußmengen zu rechnen ist. Die Schneeschmelze durch Sonnenwärme verursacht sogar Wasserstandsunterschiede während den 24 Stunden eines Tages. Dadurch ist die Leistungsfähigkeit der Lauf-

werke einer Unkonstanz unterworfen. Gerade dem hohen Winterbedarf an elektrischer Energie vermögen die Flußwerke in keiner Weise zu entsprechen, da die zur Verfügung stehenden Wassermengen nicht ausreichen um alle Aggregate in Betrieb zu halten.

Weil die Niederdruckwerke jedwelcher Speicherfähigkeit entbehren (die in der Konzession enthaltene Stauquote darf weder über- noch unterschritten werden), war es von jeher naheliegend den Abfluß unserer Wasserläufe so zu regulieren, daß sich die Produktion der Laufwerke am besten dem Strombedarf anpassen würde. Eine solche Korrektur des Wasserregimes bedingt die Schaffung von gewaltigen Akkumulierbecken in den Alpen (diese müßten von wesentlich größeren Dimensionen sein als diejenigen unserer Hochdruckwerke), verbunden mit einer Abflußregelung der natürlichen Seen. Die Verwirklichung von Projekten dieser Art würde jedoch Kapitalanlagen erfordern, deren Dienst für die Elektrizitätswirtschaft untragbar wäre. Ansätze zu einer wirksamen Regelung des Abflusses unserer Gewässer bestehen heute in den Akkumulierwerken und in den verschiedenen geplanten und zum Teil ausgeführten Seeregulierungen (Bielersee-, Vierwaldstättersee-, Zürichsee-, Bodenseeregulierung). Die Wassermengen aus den Hochdruckwerken haben die ganz niedrigen Wasserstände unserer Flüsse im Winter zum verschwinden gebracht und damit die Leistungsfähigkeit und Nutzungsdauer der Niederdruckwerke gehoben. Dieser Art der Abflußregulierung sind aber wirtschaftlich scharfe Grenzen gezogen, indem die Zahl der Speicherwerke nicht beliebig vermehrt werden kann.* Den Seeregulierungen stehen neben den Finanzierungsschwierigkeiten (meistens sind der Bund, mehrere Kantone sowie die im entsprechenden Flußgebiet liegenden Elektrizitätswerke daran beteiligt), die komplizierten Uferrechtsverhältnisse entgegen. Der Wasserspiegelunterschied zur Regelung des Abflußes unserer natürlichen Seen ist heute noch geringfügig (40—60 cm). Wie weit seine Erhöhung, so wünschenswert sie sein möge, in Zukunft möglich ist, kann kaum beurteilt werden.

Im allgemeinen kann gesagt werden, daß die Korrektur des Wasserregimes in unserer Elektrizitätswirtschaft ein noch ungelöstes Problem darstellt .Deshalb mußte zu andern Mitteln gegriffen werden, um die Nutzungsdauer und Ausbaugröße der Niederdruckwerke zu steigern und um die Energieproduktion dem Strombedarf anzupassen.

Zur Übernahme des Spitzenbedarfes wurden schon in den ersten städtischen Kraftwerken (Genf, Schaffhausen, Brugg, Zürich, Aarau, Baden-

* S. S. 23 -24.

Kappelerhof usw.) Dampfmaschinen, Dampfturbinen und Dieselanlagen eingebaut. Zu der kalorischen Produktionsregelung griffen auch die später erstellten Überlandswerke (Beznau, Rheinfelden, Lauterbach usw.). Durch die Betriebsgemeinschaft zwischen Wasser- und Dampfkraft wurde die durchschnittliche jährliche Nutzungsdauer der Niederdruckwerke wesentlich gehoben, indem diese den konstanten Strombedarf zu befriedigen hatten. Auch die Ausbaugröße der Laufwerke wurde nach und nach erheblich gesteigert (z. B. war die installierte Leistung des Werkes Beznau schon auf das Jahresmittel ausgerichtet), da sie nicht mehr an die Deckung des Pflicht - und Spitzenbedarfes gebunden waren. Dieser mußte nun von den zusätzlichen kalorischen Aggregaten übernommen werden. Der Zusammenschluß von Wasser- und Dampfkraft wies ferner eine vorteilhafte Gestaltung der Produktionskosten elektrischer Energie auf.* Da die Überlandwerke einen ausgeglicheneren Bedarf als die städtischen Werke aufwiesen, war auch das Dotationsverhältnis zwischen hydraulischer und kalorischer Energieerzeugung bei diesen beiden Werksarten verschieden.**

Ein weiteres, jedoch unbedeutenderes Mittel zur Regelung und Intensivierung der Niederdruckwerksproduktion war die Verwendung von großen elektrochemischen Akkumulatoren.*** Während der Nacht wurden diese von der hydraulischen Anlage aufgeladen um den Tagesspitzenbedarf zu decken. Solche Akkumulatorenbatterien erforderten sehr hohe Anlage- und Unterhaltskosten, weshalb sie sich wirtschaftlich gegenüber der Betriebsgemeinschaft von Wasser- und Dampfkraft nicht durchzusetzen vermochten.

Die Tagesausgleichsweiher, wie sie bei den Elektrizitätswerken Olten-Aarburg**** und Schaffhausen zur Ausführung gelangten, enthielten bereits die Grundidee der Produktionsverschmelzung zwischen Nieder- und Hoch-

---

* Die hydraulische Anlage mit den hohen festen Kosten deckt den Konstantbedarf, die kalorische Anlage mit den hohen variablen Kosten übernimmt den unsteten Spitzenbedarf.

** Städtische Werke benötigten eine installierte Leistung in den kalorischen Anlagen, die das Doppelte der hydraulischen betrug. Die installierte Leistung der kalorischen Aggregate war bei Überlandswerken ungefähr gleich groß wie diejenige der Wasserkraftanlage.

*** Das Lettenwerk in Zürich hatte eine solche Akkumulatorenanlage in Betrieb.

**** Dieses Werk mit einer installierten Leistung von 3,000 PS war gekuppelt mit einer Hochdruckanlage von 1,200 PS, Gefälle 320 m.

druckwerken. Sofern die natürlichen Bedingungen erfüllt wurden,* brachte die Anwendung solcher kleinen Speicherwerke gegenüber der kalorischen Erzeugungsregelung erhebliche wirtschaftliche Vorteile mit sich.** Mit überschüssiger Energie der Niederdruckzentrale wurde Flußwasser in die Speicherbecken hinaufgepumpt. In der Hochdruckanlage wandelte man die so gestappelte Energie zur Befriedigung des Spitzenbedarfes in Elektrizität um. Dadurch wurde eine fast vollkommene Ausnutzung des Laufwerkes möglich, indem auch die «Sonntagskraft» der künstlichen Aufspeicherung nutzbar gemacht werden konnte.

Alle die vorgenannten Mittel zur Überwindung der Produktionsschwierigkeiten bei den Niederdruckwerken wurden in unserem Lande nach und nach abgelöst durch den Zusammenschluß von Lauf- und Speicherwerken, der 1908 erstmals im Beznau-Löntschwerk mit bestem wirtschaftlichem Erfolg durchgeführt worden ist. A. Ludin*** hat die Bedeutung der Vereinigung von Fluß- und Akkumulierwerken in folgendem Satz hervorgehoben: «Die Verbindung von Niederdruckwerk mit selbsttätiger speicherfähiger Hochdruckwasserkraft dürfte jedenfalls im allgemeinen als die beste und zukunftreichste Lösung des Ausnutzungsproblems zu bezeichnen sein, namentlich, wenn die Größe der Hochdruckanlage eine derartige ist, daß sie auch die im Jahresbedarf auftretenden Konsumschwankungen oder gar die Schwankungen des natürlichen Wasserzuflußes auszugleichen gestattet.» Demnach bestehen die Aufgaben der Speicherwerke darin, den Edel- und Spitzenbedarf an elektrischer Energie zu übernehmen und die Lücken in der Produktion der Laufwerke (infolge Hoch- oder Niederwasserstand, Reparaturen, Umbauten, Kurzschluß) auszufüllen.

Die Aufstauung der Akkumulierbecken erfolgt durch die natürlichen Zuflüsse sowie durch das Hinaufpumpen von Talwasser mit überschüssiger Kraft aus den Laufwerken.

Über das Verhältnis zwischen den Ausbaugrößen von Nieder- und Hochdruckwerken wurden bereits eingehende Ausführungen gemacht (Seite 17, 18, 19 und 23).

Die Ersetzung der Kupplung von Laufwerken und kalorischen Anlagen durch den Zusammenschluß von Lauf- und Speicherwerken erfolgte natürlich nur schrittweise. Die Entwicklung ist aber heute so weit fortgeschritten, daß die noch in den Zentralen eingebauten Dampfturbinen- und Dieselaggregate nur noch ganz außerordentlichen Reservezwecken dienen.

* Vergl. Diss. A. Ludin, S. 41.
** In der Nähe des Laufwerkes mußte ein hoher und steiler Berg vorhanden sein.
*** S. 45.

Auf einen wichtigen Umstand soll an dieser Stelle noch hingewiesen werden. Die Produktionsregelung der Flußwerke durch Hochdruckkraft ist nicht nur wirtschaftlich allen andern Mitteln überlegen, sondern sie macht unsere Elektrizitätswirtschaft von ausländischen Kohlen-, Schwer- und Leichtöllieferungen unabhängig, was gerade heute, in der Kriegszeit, von unschätzbarer Bedeutung ist.

Als Regelung in der hydroelektrischen Energieerzeugung ist auch der Zusammenschluß sämtlicher schweizerischer Elektrizitätswerke zu werten, da das Wasserregime der einzelnen Flußgebiete nicht genau gleichartig ist. Neben der erhöhten Betriebssicherheit (gegenseitige Aushilfe), spricht auch noch für eine Verbindung aller Werke die differenzierte Verbrauchsgestaltung der Konsumgebiete. In unserem Lande ist heute im wesentlichen der Zusamemnschluß der Elektrizitätswerke durch die Schaffung der «Schweizerischen Kraftübertragung A..G» (deutsche Schweiz) und der «S. A. l'Energie de l'Ouest-Suisse» (welsche Schweiz) vollzogen. Diese Gesellschaften haben bei Störungsfällen und Wasserklemmen zwischen den einzelnen Werken Aushilfskraft zu vermitteln. Sie besorgen auch die möglichst günstige Verwertung der im ganzen Lande erzeugten Überschuß- und Abfallenergie.

Der Nutzungsgrad der Niederdruckwerke ist ebenfalls durch die Produktionskonzentration (Erhöhung des Gefälles und der Ausbaugröße) und den Fortschritt der Wasserbau- und Maschinentechnik gehoben worden.*

Bei einer auf kalorischer Grundlage aufgebauten Elektrizitätwirtschaft bezieht sich die Regelung der Produktion nur auf innerbetriebliche Rationalisierungsmaßnahmen, da die Erzeugungskapazität jederzeit fest gegeben ist. Die Technik hat hier noch ein weites offenes Gebiet der Entwicklung vor sich, die Erhöhung des Nutzungsgrades bei der Umwandlung der in der Kohle oder in den flüßigen Brennstoffen enthaltenen Energie in mechanische Kraft (moderne Dampfturbinen 30 %, Diesel 40 bis 50 %). Durch die Neukonstruktion des «Veloxkessels»** können die Energieverluste der In- und Außerbetriebsetzung von Dampfturbinen auf ein Minimum reduziert werden.

Wie vorher schon bemerkt wurde, ist die zentrale Erzeugung elektrischer Energie bei kalorischen Werken in höherem Maße möglich als bei der Wasserkraftnutzung. Eine Verbindung der einzelnen kalorischen Zentralen unter sich ist nur insofern von Bedeutung, als die Konsumgebiete

---

* S. S. 17, 23, 24, 28.

** Konstruiert von Brown, Boveri & Cie., Baden.

in ihrer Verbrauchsstruktur verschieden sind und es im Interesse einer erhöhten Betriebssicherheit liegt.

Die bei der hydroelektrischen Energiegewinnung zu überwindenden Schwierigkeiten, bedingt durch das Wasserregime, bestehen in einer kalorischen Elektrizitätswirtschaft überhaupt nicht.

4. Regelung des Verbrauches hydroelektrischer Energie.

Alle die hier schon getroffenen und noch zu treffenden Maßnahmen dienen dazu, das Verhältnis zwischen Produktion und Verbrauch elektrischer Energie so zu gestalten, daß sowohl elektrizität- als volkswirtschaftlich ein möglichst großer Nutzen erzielt wird. Sie beziehen sich meist auf Preisregulierungen (Tarife), In- und Extensivierung des Bedarfes, Einschränkung und Sperrung gewisser Verbrauchskategorien, dann aber auch die Elektrizitätspolitik des Bundes und der Kantone (z. B. die kriegswirtschaftlichen Maßnahmen des Bundes zur Sicherung einer genügenden Elektrizitätsversorgung 1914 bis 1918).

Die elektrizitätswirtschaftliche Regelung durch den Bund während des letzten Weltkrieges kann als mustergültig bezeichnet werden, da es ihr gelungen ist den Verbrauch in hohem Maße der Produktionsmöglichkeit anzupassen. A. Schirmer* schreibt: «Der Weltkrieg mit seinem Einfluß auf unser gesamtes Wirtschaftsleben hatte die Bedeutung unserer Wasserkräfte und der aus ihnen erzeugten Energie ganz besonders deutlich vor Augen treten lassen. Durch Stockung im Kohlenimport, durch den Mangel an Petroleum, Benzin etc. wurde man veranlaßt, sich in erhöhtem Maße auf die eigenen Produktionsquellen zu besinnen, und das ganze Streben, sowohl der Behörden, wie auch der privaten Verbände, ging dahin, die Verwendung der Elektrizität zu fördern. Schon im August 1914 wurden verschiedene Zirkulare an die schweizerischen Elektrizitätswerke gesandt mit dem Zwecke, die Werke zur Vermehrung und Ausdehnung ihrer Anschlüsse und Absatzgebiete anzuhalten. Gleichzeitig wurde unter den Konsumenten eine weitgehende Propaganda in Tätigkeit gesetzt. Bald ergab sich aber, daß man den bestehenden Elektrizitätswerken beinahe zu viel zugemutet hatte; plötzlich sollten sie mehr als doppelt so viel Energie

* Diss. A. Schirmer, 1921, S. 94 f.

liefern und wurden dabei nur von ganz wenigen neuen Werken unterstützt. — Schon in seinem Beschluß vom 21. August 1917 hatte der Bundesrat Rücksicht genommen auf eine eventuell eintretende Energieknappheit, und ermächtigte in Art. 2 die hydroelektrischen Werke, in derjenigen Zeit, in welcher die hydraulische Kraft zur Bewältigung der Energieabgabe nicht ausreiche, bei ihren Abonnenten eine Reduktion der Energieabgabe eintreten zu lassen». Durch zwei weitere Bundesratsbeschlüsse (19. Oktober 1917, 10. November 1917), wurde die Befugnis der Elektrizitätswerke, gewisse Bedarfssektoren einzuschränken oder zu sperren, noch erweitert (Vorschriften betreffend Ladenöffnung und - Schluß, Wirtschaftsöffnung und -Schluß, Heizungs- und Beleuchtungseinschränkungen etc.).

Diese kriegswirtschaftlichen Bestimmungen hatten eine einschneidende Wirkung auf die Gestaltung der Tages- und Jahreskonsumkurve elektrischer Energie, indem sie den Verbrauch eng an die Produktionsmöglichkeit der Kraftwerke anschmiegten und dadurch den Nutzungsgrad der Zentralen erheblich steigerten.

Nach dem Weltkriege trat wieder ein ungünstigeres Verhältnis zwischen Erzeugung und Verbrauch elektrischer Energie ein, da an Stelle der kriegswirtschaftlichen Zwangsvorschriften des Bundes und der Kantone die weniger wirksame Tarifierung der Elektrizitätswerke trat. Den Rahmen einer friedenswirtschaftlichen Regelung des Stromkonsums bilden:

1. Die Intensivierung des Allgemeinverbrauches, nicht nur durch entsprechende Preissetzungen (Tarife), sondern auch durch eine geeignete Propaganda.
2. Die Herabminderung des Abfallkonsums zu Gunsten des Pflichtbedarfes.
3. Die möglichst gute Verwertung der Überschuß- und Abfallerzeugung.
4. Die Vermeidung einer weitern Kumulierung des Spitzenbedarfes.

Durch die verschiedenartigste Verwendung elektrischer Energie im Haushalte, Gewerbe und in der Landwirtschaft* ist in neuester Zeit eine ausgeglichene Intensivierung des allgemeinen Stromverbrauches erreicht worden. Ein großer Teil der Abfallerzeugung konnte und kann noch höheren Verwendungszwecken nutzbar gemacht werden (elektrische Warmwasserzubereitung, Akkumulieröfen, Vollküche, Dörr- und Sterilisierungseinrichtungen, Akkumulatorenlastwagen usw.). Diese Entwicklung wird in Zukunft einen noch rascheren Verlauf nehmen, da die Einfuhr fester und

* S. S. 1 ff.

flüssiger Brennstoffe großen Schwierigkeiten begegnet und deren Preise eine noch nicht absehbare Steigerung erfahren werden.

Durch die zentrale Organisation der beiden schweizerischen Sammelschienen ist die vorteilhafte Verwertung der Überschuß- und Abfallenergie gewährleistet.

Eine Vergrößerung des Spitzenbedarfes ist deshalb zu vermeiden, weil sie eine Erhöhung der installierten Werksleistung bedingen würde, die nur sehr kurze Zeit genutzt werden könnte und zufolge der hohen festen Jahreskosten eine Verteuerung der gesamten Energieproduktion nach sich ziehen müßte.

Die Regelung des Verbrauches in der kalorischen Elektrizitätswirtschaft weicht insofern von derjenigen in der hydraulischen ab, als bei dieser die Schwierigkeiten in der Energieerzeugung mit einzubeziehen sind. Beiden ist jedoch das Ziel gemeinsam, die Produktionskapazität der Kraftwerke mit höchstem wirtschaftlichen Erfolg auszunützen.

5. Wert und Preis hydroelektrischer Energie.

In der ungebundenen Wirtschaft richtet sich der Wert und Preis eines Gutes nach dessen Angebot und Nachfrage. Dieser Grundsatz gilt in vollem Umfange auch für die Elektrizitätswirtschaft. Der Wert und Preis hydroelektrischer Energie wird nach deren Erzeugungs- und Verbrauchsverhältnissen bestimmt, die, wie wir in den vorigen Abschnitten gesehen haben, verwickelter sind als in vielen andern Wirtschaftszweigen. Deshalb werden die Tarife der Elektrizitätswerke vielerorts nicht- oder mißverstanden.

Am elektrischen Energiemarkt sind beteiligt: Die Elektrizitätswerke (Primär- und Sekundärwerke, reine Verteilungswerke), die zahlreichen Kleinstrombezüger (Haushalt), die Mittel- und Großkonsumenten (Handwerk, Gewerbe, Industrie). Im Folgenden soll versucht werden, in die einzelnen wert- und preisbildenden Momente hydroelektrischer Energie einzudringen.

I. Die Wert- und Preisbildung als Funktion des Ausnutzungsgrades der Elektrizitätswerke.

Da die allgemeinen Produktionskosten in unserer Elektrizitätwirtschaft vornehmlich aus festen Jahreskosten bestehen, so muß jedes Kraftwerk seine ganze erzeugbare Energiemenge zu verwerten suchen. Wohl

nimmt der heute ausgeglichene Strombedarf (Industrie, Gewerbe und Haushalt) die ganze Kapazität der Niederdruckwerke (im Winter kommt noch diejenige der Hochdruckwerke hinzu), während der Tageszeit in Anspruch, doch bestehen noch Absatzlücken während der Nacht, an Sonn- und Feiertagen. Die Elektrizitätswerke würden diese verfügbare Energie sehr gerne zu sehr niedrigen Preisen abgeben, sofern sich eine Verwendung dafür finden würde.*

Allgemein kann gesagt werden, daß die Intensivierung des Stromverbrauches im Haushalte, die eine wesentliche Erhöhung des Nutzungsgrades der Laufwerke zur Folge hatte, nur durch eine ködernde Preisdegression bei neuen Verwendungsgebieten möglich wurde, umsomehr als alte Zweckmittel beseitigt werden mußten und es für den Kleinkonsumenten meist schwer fiel den elktrischen Ersatz zu finanzieren.** Die niederen Tarifsätze (elektrische Küche, Warmwasserzubereitung, Heizung, Bäckereiöfen usw.) rechtfertigen sich in der Zurückdämmung der Abfall- und Überschußenergieerzeugung. Die Elektrizitätswerke haben ein großes Interesse, den allgemeinen Strombedarf noch so weit auszubauen, als die Intensivierung zu Preisen erfolgen kann, die über denjenigen der Überschußenergie stehen. Nach Maßgabe der Wahrnehmung aller Absatzmöglichkeiten muß demnach die Anpassung der Strompreise an die Erzeugungskosten immer enger werden.

Es ist aber auch für die ganze Elektrizitätswirtschaft von größter Bedeutung, daß auch das brach liegende Erzeugungsvolumen der Laufwerke zu Preisen verwertet werden kann, die die Produktionskosten decken oder sogar übersteigen, da nur so für den unelastischen Pflichtbedarf und alle andern Verbrauchskategorien eine Tarifherabsetzung erwirkt werden könnte.***

Zur Veranschaulichung des Ausnutzungsgrades eines Niederdruckwerkes gliedert man dessen Energieumsatz in folgende Wertkategorien:

1. Pflichtenergie (unelastisch),
2. Überschußenergie (zum Teil unelastisch),
3. Eigentliche Abfallenergie (elastisch).

---

* Teil- und zeitweise wird diese verfügbare Energie in der Elektrochemie sowie zum Hinaufpumpen von Talwasser in die Stauseen verwendet.

** Die Anschaffungskosten für Boiler, elektrische Kochherde, Strahler, Akkumulieröfen usw. sind verhältnismäßig hoch.

*** Nur dadurch konnten in neuester Zeit die Tarife für Licht- und Kraftstrom herabgesetzt werden.

Die Pflichtenergie ist unter allen Umständen und zu jeder Zeit dem Konsumenten zu liefern. Sie umfaßt den größten Teil des Allgemeinbedarfes (Haushalt, Handwerk, Gewerbe, Industrie, Landwirtschaft usw.). In der täglichen Pflichtenergiemenge sind durchschnittlich 30 % Hochdruckenergie enthalten (Konsumspitzen am Morgen, Mittag und Abend). Wertmäßig ist sie die höchste Kategorie, da ihre Lieferung vertraglich gebunden ist und sie einen hohen Prozentsatz teurer Akkumulierkraft enthält.

Die Überschußenergie wird ausschließlich aus den Niederdruckwerken gewonnen. Nur in Notfällen mit Lieferungszwang (Stromklemmen, Kurzschluß, Reparaturen usw.) würde sie aus einem Speicherwerk bezogen werden können. Sie befriedigt ebenfalls einen Teil des Allgemeinverbrauches (Boiler, elektrische Küche, Akkumulieröfen, Aufladen von Akkumulatoren usw.). Dann wird sie aber namentlich zu industriellen Spezialzwecken verwendet (Elektrochemie und Metallurgie). Durch die zweckmäßige Verwendung der Überschußenergie wurde der Nutzungsgrad der Laufwerke wesentlich gesteigert. Während die Pflichtenergie in ihrer Größe keine großen Veränderungen erfahren wird, da schon bei verschiedenen Verbrauchsgruppen ein Sättigungsgrad eingetreten ist (z. B. elektrische Beleuchtung, Motorenantrieb), so steht der Nutzbarmachung der Überschußenergie eine ausgedehnte Entwicklung bevor, indem der Konsum der Elektrochemie höheren Verwendungszwecken dienstbar gemacht wird (z. B. weitere Intensivierung des Bedarfes im Haushalt, in der Landwirtschaft, im Gewerbe usw.). Damit wird den Elektrizitätswerken ermöglicht, dem speziellen Industriebedarf nur noch den eigentlichen Abfallstrom und die brachliegende Energiemenge zuzuweisen.

Die niederste Wertkategorie ist die Abfallenergie. Sie unterscheidet sich von der Überschußenergie dadurch, daß sie jedwelcher vertraglicher Bindung entbehrt und somit einen elastischen Bedarf aufweist. Von Fall zu Fall wird die Abfallenergie in der Elektrochemie- und Metallurgie verwendet, zu Preisen die die Gestehungskosten der Elektrizitätswerke ganz oder sogar nur teilweise decken.*

Die vorgenannten Energiekategorien gliedern sich selbst wiederum in mehrere Wert- und Preisstufen. So ist z. B. Lichtstrom teurer als Motorenstrom, Boilerstrom teurer als Heizstrom usw.

---

* Für ein Elektrizitätswerk ist es nur so weit vorteilhaft, Abfallenergie unter den Selbstkosten abzugeben, als die Preise dazu ausreichen die unmittelbaren und einen gewissen Teil der festen Jahreskosten zu decken.

II. Die Wert- und Preisbildung als Funktion der Zeit.

Sowohl aus Gründen der Erzeugung als des Verbrauches ist der Wert hydroelektrischer Energie zeitmäßig (während des Tages und Jahres) großen Schwankungen unterworfen. «In den Alpenländern ändern sich Wasserführung einerseits, Absatzmöglichkeit anderseits so stark, daß der Wert der kWh während den Tagesstunden zur Niederwasserzeit etwa beispielsweise das Vierfache von dem Wert der kWh im Sommer bei reichlicher Wasserführung betragen mag. Darum werden neben den modernen, großen Flußwerken, in denen die je nach Wasserführung reichlicher oder spärlicher anfallende Energie am billigsten zu stehen kommt, auch Speicheranlagen gebaut, in denen die, diesmal aber nach Bedarf beziehbare Energie drei- bis viermal mehr kosten darf.»* Der Wert elektrischer Energie ist aber auch während den 24 Stunden des Tages variabel, auch wenn man die wechselnde Wasserführung, verursacht durch die Schneeschmelze, nicht berücksichtigt

Während die jahreszeitlichen Wertdifferenzierungen vorwiegend durch Gründe in der Produktion bedingt sind, werden die Wertschwankungen während des Tages durch die Absatzverhältnisse hervorgerufen. So ist z. B. der sehr hohe Preis für Spitzenenergie (Morgen, Mittag oder Abend) primär auf den außerordentlich großen und unelastischen Bedarf, der eine halbe bis eine Stunde dauert, zurückzuführen. Erst in zweiter Linie kommt der Umstand hinzu, daß die Gestehungskosten der Hochdruckwerke diese hohen Preise rechtfertigen. Der Nachtstrom hingegen wird zu niedrigen Tarifsätzen abgegeben, weil seine Verwendung bis heute verhältnismäßig geringfügig ist.

Die Tarifierung der Elektrizitätswerke ist das Instrument, diesen Wertunterschieden elektrischer Energie Ausdruck zu geben und damit gleichzeitig einer wirksamen Regelung des Verbrauches Rechnung zu tragen. Die Preisgestaltung ist natürlich von Werk zu Werk verschieden, da nicht die gleichen Erzeugungs- und Verbrauchsverhältnisse vorliegen. Vollständig ausgeschlossen ist es auch, daß der Tarif eines Elektrizitätswerkes sämtliche Nuancen der Wert- und Preisbildung berücksichtigen kann, da dies zu einer außerordentlichen Kompliziertheit führen würde.** An dieser Stelle sollen nur die wichtigsten Tarifarten erläutert werden.

---

* H. Niesz: Elektrizitätstarife für den Haushalt, «Elektrowirtschaft», Sondernummer, 1933.

** Über das Tarifwesen besteht eine umfangreiche Literatur. Vergl. z. B. Artikel in der Zeitschrift «Die Elektrizitätsverwertung» und im «Bulletin» des Schweiz. Elektrotechnischen Vereins.

a) Pauschaltarif.

Dieser besteht aus einem festen Preis pro Jahr für ein kW-Motorenleistung oder für eine Lampe von durchschnittlicher Größe. Je nach Anschlußgröße werden Rabatte gewährt. Der Vorteil des Pauschaltarifs ist die Einfachheit der Verrechnung, die weder Zähler- noch Ablesekosten bedarf. Zur Regelung des elektrischen Energieverbrauches ist er jedoch ungeeignet. Der Konsument unterliegt keinen Preisbindungen, was zur Stromverschwendung führt, abgesehen davon, daß die Lichtenergie mißbräuchlich auch andern Zwecken nutzbar gemacht wird. Der zum voraus bekannte und zu entrichtende Pauschalpreis dient nicht der Förderung weiterer Anschlüsse, da er für den Kleinabonnent eine beträchtliche Jahresausgabe ist. Das sind die Hauptgründe, warum die meisten Elektrizitätswerke die Pauschaltarifierung fallen gelassen haben. Vereinzelt kommt sie noch in ländlichen Gegenden, in der Innerschweiz, sowie zur Verrechnung des Stromkonsums für Spezialzwecke vor.

b) Die Zählertarife.

Der mit mehreren Zählwerken ausgerüstete Stromzähler in Verbindung mit einer Spezialuhr ermöglicht die zeitliche und mengenmäßige Feststellung des Verbrauches. Je nach der Anwendung des Zwei-, Drei- oder Mehrfachtarifes wird der Stromkonsum in zwei, beziehungsweise drei und mehr Preiskategorien eingeteilt.* Durch eine ausgebaute Zählertarifierung wird nicht nur der Wertstruktur der elektrischen Energie und den Bedürfnissen der Niederdruckwerke Rechnung getragen, sondern sie ermöglicht zugleich eine wirksame Regelung des Verbrauches. Entsprechende Preise beschränken den Edel- und Spitzenkonsum auf hochwertige Anwendungen und fördern den Absatz während den Tagesstunden mit einem geringen Bedarf. Eine Stromvergeudung ist allgemein unmöglich, da es dem Abonnenten nicht gleichgültig sein kann, zu welcher Zeit er mehr oder weniger Energie in Anspruch nimmt.

Durch die Zählertarife ist die Konsumkurve elektrischer Energie günstig beeinflußt und der Nutzungsgrad der Laufwerke wesentlich gehoben worden. Die in neuester Zeit eingetretenen Preissenkungen sind nicht zuletzt auf diese modernen Verrechnungsverfahren zurückzuführen.

* Z. B. beim Dreifachtarif werden Spitzen-, Tages- und Nachtpreise verrechnet.

c) Spezialtarife.

Diese werden meist bei Vertragsabschlüssen über große Energiemengen angewandt. Häufig bedient man sich ihrer aber auch zur Verrechnung des Stromverbrauches der elektrischen Küchen und der Boiler. Die Preisgestaltung der Spezialtarife beruht ebenfalls auf der Überlegung, das ganze Produktionsvolumen der Flußwerke möglichst günstig zu verwerten. Durch die Spezialtarifierung ist die Nutzbarmachung der Überschuß- und Abfallenergie erheblich gesteigert worden.

d) Entwicklungstendenzen.

Hauptsächlich bei der Verrechnung des Stromverbrauches im Haushalte sind Bestrebungen im Gange, die Zählertarife zu vereinfachen und zu vereinheitlichen. Es sollen nicht mehr die einzelnen Konsumarten (Licht, Kleinapparate, Küche, Boiler usw.) erfaßt werden, sondern als Grundlage wird der Verbrauch an elektrischer Energie einer Wohnung als Ganzes genommen. Dies wird durch zwei Tarifvarianten erreicht, die hier noch kurz erörtert werden sollen.

1. Der Grundpreistarif.

In ihm ist ein Element des Pauschaltarifes enthalten, indem für eine Wohnung von gegebener Größe nach Art und Anzahl der Anschlüsse ein Grundpreis zu entrichten ist.* Dafür muß für den Energieverbrauch ein entsprechend niedriger Preis bezahlt werden, und zwar in der Art und Weise, daß nach Maßgabe der konsumierten Strommenge die Degression eintritt. Für die ersten 100 kWh wird z. B. ein Preis von 15 Rp. pro kWk gefordert, während der darüber hinaus gehende Verbrauch nur noch zu 8 Rp. pro kWh verrechnet wird. Die Registrierung des Stromverzehrs erfolgt ebenfalls durch Zähler. Der Grundpreistarif ist meistens auf dem Prinzip des Zweifachtarifes aufgebaut, da für die Nutzung von Nachtkraft (Speicheröfen, Boiler usw.) speziell niedrige Preise gewährt werden.

Weil die Grundtaxe, die zu Beginn des Verrechnungsjahres aufzubringen ist, wie die Pauschalsumme für den Kleinabonnenten, eine einmalige beträchtliche Ausgabe darstellt, hat sich der Grundpreistarif bis heute nicht durchgesetzt. Wohl ermöglicht er eine gute Ausnützung der Produktionkapazität der Niederdruckwerke, es fehlt ihm jedoch das Mittel zur Regulierung des Spitzenbedarfes, da ein einheitlicher Durchschnitts-

---

* Dieser beträgt 60 bis 100 Franken.

preis erhoben wird. Ferner schließt die Grundpreistarifierung die Energieverschwendung nicht ganz aus, indem der Konsument verleitet wird die in dem Grundpreis bezahlte Strommenge möglichst gut auszunutzen.

2. Der Regelverbrauchstarif.

Hier wird von der Erhebung irgendwelcher Grundtaxe abgesehen. Von dem gewöhnlichen Zählertarif unterscheidet sich aber der Regelverbrauchstarif dadurch, daß der Abonnent vorerst eine gewisse Energiemenge konsumieren muß, bevor er in den Genuß niedriger Preise pro kWh kommt. Z. B. wird bei einer Wohnung von gegebener Größe für die erste Energiequote ein Preis von 40 bis 50 Rp. pro kWh, für die zweite Energiequote ein solcher von 15 bis 20 Rp. pro kWh verrechnet um den Bezug der dritten Energiequote zu 8 Rp. pro kWh zu ermöglichen. Der Regelverbrauchstarif besitzt demnach gegenüber dem Grundpreistarif den Vorteil, daß die Grundtaxe den Strompreisen aufgerechnet wird. Jenem haftet aber ebenfalls der Nachteil einer sehr mangelhaften Regulierung des Spitzenbedarfes an. Trotzdem ist der Regelverbrauchstarif mit mehr oder weniger Erfolg schon in mehreren städtischen Werken in Anwendung (Elektrizitätswerk der Stadt Zürich, Städtische Werke Baden u. a. m.).

Zusammenfassend ist zu sagen, daß die vermeintliche Kompliziertheit in der Tarifierung elektrischer Energie nicht etwa aus Willkür der Elektrizitätswerke entstanden ist, sondern eine Notwendigkeit darstellt, die durch die Produktions- und Konsumtionsverhältnisse der Niederdruckwerke sowie durch die Wertstruktur der Elektrizität überhaupt, die meistens der Stromverbraucher gar nicht kennt, bedingt ist. Der Sinn und Zweck jedwelcher Stromtarifierung kann nur die Anpassung des Verbrauches an die Erzeugungsmöglichkeit der Laufwerke sein. Die Unterschiede in der Preisgestaltung der einzelnen Elektrizitätswerke sind durch die ungleichen Erzeugungs- und Verbrauchsverhältnisse gegeben.

6. Der Konkurrenzkampf zwischen kalorisch-elektrischer und hydroelektrischer Energieerzeugung.

Ob in einem Lande die Dampfkraft oder die Wasserkraft zur elektrischen Energieerzeugung herangezogen wird, hängt von folgenden Umständen ab:

1. Besitzt es ausbeutbare Quellen an fossilen Brennstoffen?
2. Sind für die Elektrizitätsgewinnung geeignete Wasserkräfte vorhanden?
3. Welche dieser Energiegewinnungsarten ist wirtschaftlich vorteilhafter?

Natürlich kommt bei dieser wichtigen Entscheidung noch eine Reihe anderer Faktoren hinzu, so z. B. die wirtschaftspolitische Forschung, daß die Energiewirtschaft eines Landes von den internationalen Wirtschaftsbeziehungen unabhängig sein soll, da in Zeiten politischer Störungen der Güteraustausch und somit auch die Lieferung von Kraft- und Brennstoffen auf Schwierigkeiten stößt oder überhaupt lahmgelegt wird.

Die nachstehenden Ausführungen haben ausschließlich für die Schweiz Geltung.

Die Geschichte der Energiewirtschaft unseres Landes zeigt uns, daß das Konkurrenzverhältnis zwischen kalorischer und hydraulischer Kraftgewinnung bis 1891 nicht eindeutig bestimmt war.* Durch die ersten internationalen Güterzüge wurde die Transportfähigkeit der Kohle dermaßen gehoben, daß die Dampfkraft Wasserkraftnutzung ersetzen konnte. Die großen Vorteile der kalorischen Kraftnutzung, mit oder ohne Umformung in Elektrizität lagen vor 1891 darin, daß sie örtlich unabhängig, relativ groß und konstant war. Die Nachteile der Energiegewinnung aus Wasserkraft waren folgende:

1. Der Stand der Wasserbautechnik erlaubte nur die Ausnützung kleinerer Gewässer, die bekanntlich eine sehr unregelmäßige Wasserführung haben.
2. Die Verwendung der Wasserkraft (mit oder ohne Umformung in Elektrizität) war an den Ort der Ausnützung gebunden.**

Von 1850 bis 1891 ging unsere Volkswirtschaft immer mehr dazu über, ihren Kraftbedarf aus kalorischen Anlagen zu befriedigen. 1888 (erste Fabrikstatistik) betrug die installierte Leistung der Dampfmaschinen über 70 % derjenigen der hydraulischen Anlagen. Unter Berücksichtigung des Umstandes, daß die Wasserkraftwerke allgemein eine geringere Nutzungsdauer als die kalorischen Anlagen haben, kann man schätzungsweise annehmen, daß damals die Hälfte des schweizerischen Kraftbedarfes aus Dampfmaschinen gedeckt wurde.

* S. S. 8.
** S. S. 9.

Im Jahre 1890/1891 trat ein plötzlicher Umschwung in dem wirtschaftlichen Konkurrenzverhältnis zwischen Wasser- und Dampfkraftnutzung ein. Der größte Mangel der hydraulischen Werke, die Standortsgebundenheit, wurde durch die Erfindung der elektrischen Stromübertragung großer Energiequanten auf weite Distanz beseitigt. Die Bedeutung, die diese Entdeckung für die schweizerische Energiewirtschaft hatte, besteht darin, daß heute über 2,5 Millionen PS in hydroelektrischen Werken eingebaut sind, die eine Kapitalinvestition von mehr als 2 Milliarden Franken erforderte.

Nachdem die ersten städtischen Werke den Beweis erbracht hatten, daß die Elektrizitätsgewinnung aus Wasserkraft derjenigen aus Dampfkraft wirtschaftlich überlegen war,* konnten, gestützt auf eine allgemeine Bedarfsausweitung, die Überlandwerke Rheinfelden und Beznau gebaut werden. Es bestanden wohl noch Schwierigkeiten wasserbautechnischer Art,** doch wurden diese in der Folgezeit rasch überwunden. Die einsetzende zentrale Erzeugung hydroelektrischer Energie in Verbindung mit der nach und nach folgenden Regelung von Produktion und Konsumtion war nun der kalorisch-elektrischen Energiegewinnung ökonomisch weit überlegen, und auch die Erfindung der Dampfturbine vermochte später das Konkurrenzverhältnis nicht wesentlich zu Gunsten der vergangenheitlichen Form zu beeinflussen. «Würde wohl die Verwendung elektrischer Energie bei uns einen so enormen Fortschritt gemacht und die Brennstoffbetriebe derart beiseite gedrückt haben, wenn nicht alle die verschiedenen Abnehmer darin geldliche Vorteile gefunden hätten? Man kann die Frage der angeblich zu teuren Elektrizitäspreise der Schweiz untersuchen von welcher Seite man will, man wird unvoreingenommen nur zum Schluße kommen: Die Verkaufspreise der elektrischen Energie in der Schweiz sind angemessene. Sie sind den Gestehungskosten aus Wasserkraft und Kosten der andern möglichen Energiezeugungsarten bei den Abnehmern derart angepaßt, daß die Verwendung hydroelektrischer Energie (an Stelle kalorischer) geldliche Vorteile bietet, soweit es sich nicht um Fälle handelt, die aus physikalischen Gründen nicht wirtschaftlich sein können».***

* Die Nutzungsdauer dieser Werke war zufolge des ausschließlichen Konsums von Licht- und Motorenenergie gering.

** So mußte z. B. das erste Projekt des Kraftwerkes Rheinfelden fallen gelassen werden, da man Befürchtungen wegen technisch unsicherer Ausführung hegen mußte. Vergl. Ludin, S. 10.

*** Wyßling: Referat, Handels- und Industrieverein 1930.

Wie jede Umstellung auf wirtschaftlichem Gebiete bedurfte auch die Ersetzung der kalorischen Energieerzeugung durch die Wasserkraftnutzung einer gewissen Zeitspanne. Obschon man wußte, daß hydroelektrische Energie billiger zu stehen kommt, konnte man die Dampfanlagen nicht von einem Tag auf den andern außer Betrieb setzen und amortisieren.

Nach 1891 verminderte sich die kalorische Energieerzeugung innerhalb von fünf Jahren auf die Hälfte. Wohl hatte sie noch eine Bedeutung in der Regelung der Produktion der Niederdruckwerke als die Kombination Lauf-Speicherwerk noch nicht bestand, um dann aber nachher noch rascher an Bedeutung zu verlieren.

Durch den Zusammenschluß von Nieder- und Hochdruckwerken ist die hydroelektrische Energiegewinnung intensiviert (Erhöhung der Nutzungsdauer in den Laufwerken) und damit das Konkurrenzverhältnis gegenüber der kalorischen Form noch weiter zu Gunsten jener verschoben worden.

Seit der Jahrhundertwende ist die hydraulische Grundlage unserer Elektrizitätswirtschaft eindeutig bestimmt durch:

Die wirtschaftliche Überlegenheit gegenüber andern Energieerzeugungsarten (Dampfmaschine, Dampfturbine, Diesel).
Die Unabhängigkeit von Brennstofflieferungen des Auslandes.
Die hygienischen Vorteile.

«Wiederholt neuere Berechnungen haben gezeigt, daß jeder kalorische Ersatz unter den obwaltenden Verhältnissen bei uns noch teurer als aus Speicherwerken zu stehen kommt».* Diese Feststellung besitzt heute, in der Kriegszeit, noch erhöhte Bedeutung, da, abgesehen von den Einfuhrschwierigkeiten, die Brennstoffpreise eine unabsehbare Steigerung erfahren werden.

Es soll hier jedoch nicht unerwähnt bleiben, daß der technisch-wirtschaftlichen Entwicklung in der kalorischen Elektrizitätswirtschaft noch ein weites Gebiet offen steht. Durch eine bessere Ausnutzung der in den Brennstoffen enthaltenen Energie könnten die Produktionskosten wesentlich gesenkt werden, wodurch auch in unserem Lande die vergangenheitliche Energiegewinnung der Wasserkraftnutzung wirtschaftlich überlegen würde. Dieses Problem harrt noch der technischen Lösung. Die modernsten Dampfturbinen und Diesel arbeiten nur mit einem Wirkungsgrad von 30

* Wyßling: Referat, Handels- und Industrieverein 1930.

bezw. 40 %. Ob die in neuester Zeit konstruierte Explosionsturbine (Brown, Boveri & Cie., A. G., Baden) eine erhebliche Erhöhung des Nutzungskoeffizienten ermöglicht, ist noch abzuwarten, da dieses Modell sich noch im Versuchsstadium befindet. Bei der Wasserkraftnutzung ist der weitern technischen Entwicklung eine sehr enge Grenze gezogen, indem hier bereits ein Grad der Vollkommenheit erreicht ist.*

Zu bemerken ist aber, daß bei dem heute gegebenen Stande der Technik jede Verbesserung und Ausgleichung im Verhältnis Produktion-Konsumtion der hydraulischen gegenüber der kalorischen Elektrizitätswirtschaft einen im erhöhten Maße wirtschaftlichen Vorsprung verleiht.

* Vergl. S. 12.

II. KAPITEL

Die geschichtliche Entwicklung der hydroelektrischen Ausnützung der aargauischen Wasserkräfte.

1. Geschichtlicher Abriß der Entwicklung des Wassernutzungsrechtes im Bunde und im Kanton Aargau.

Indem ich auf die ausführliche Darstellung der Verhältnisse vor 1848 in der Dissertation A. Schirmer* verweise, beschränke ich mich auf die Behandlung des Wassernutzungsrechtes der neuesten Zeit.

I. Die Wassernutzungshoheit.

Darunter ist das Recht des Staates (Bund oder Kanton) zu verstehen, auf dem Gebiete der Wassernutzung zur Gewinnung mechanischer Kraft, gesetzliche Vorschriften zu erlassen.

Bis zum Inkrafttreten des WRG (1. Januar 1918), in Anwendung der Artikel 23 und 24bis der Bundesverfassung** von 1874, war die Wassernutzungshoheit ausschließlich kantonal. Lediglich in den ebenfalls das Wasserrecht beschlagenden Gesetzen (Wasserbaupolizeigesetz*** vom 22. Juni 1877, gestützt auf Artikel 24 der BV, Bundesgesetz betreffend die Fischerei vom 21. Dezember 1888, in Ausführung des Artikels 25 der BV) waren einige wassernutzungshoheitliche Normen vorhanden. So wurde z. B. dem Bunde das Aufsichtsrecht über die gesamte Wasserpolizei eingeräumt (BV Art. 24). Des weitern war der Bund berechtigt, zu verlangen, daß Wasserwerke, die an mit Bundesgeldern korrigierten oder regulierten Gewässern errichtet werden, den bau- und sicherheitspolizeilichen Vorschriften des Bundesrates genügen (WBPG Artikel 3/II). Im Fischereigesetz (Art. 6) wurden die Werkbesitzer verpflichtet, Einrichtungen zum Schutze der Fischerei zu erstellen (Refugien, Fischtreppen, Durchschleusungen usw.).

Gegen diese, die Wassernutzungshoheit tangierenden Vorschriften des Bundes ohne verfassungsrechtliche Grundlagen wehrten sich die Kantone nicht, da die praktische Bedeutung jener Normen nur gering war.

Die meisten Kantone, so auch der Aargau, hatten schon sehr früh Gesetze über die Ausnutzung von Wasserkräften erlassen (Aarg. Gesetz über die Benutzung der Gewässer zur Betreibung von Wasserwerken vom 28. Februar 1856, in Anwendung des Art. 33 der aarg. Staatsverfassung).

* Die schweizerischen Wasserkräfte als volkswirtschaftliches Gut. Diss. Zürich 1920.
** Abkürzung BV.
*** Abkürzung WBPG.

Gemäß der damaligen Bedeutung der Wasserkräfte und deren primitiver Nutzung (es wurden nur kleinere Gewässer durch Wasserräder, später durch Turbinen ausgebeutet) waren diese kantonalen Gesetze einfach normiert. So umfaßt die aargauische Regelung im ganzen nur 11 Artikel. Mit dem Hinzutreten der elektrischen Umformung und besonders mit der Lösung des Problems der elektrischen Stromübertragung wurde nicht nur die Bedeutung der Wasserkräfte gewaltig gesteigert, sondern die ganze Materie in ihrer Art komplizierter. So stand man schon vor und erst recht nach 1891 vor Tatbeständen, die in ihren Einzelheiten gesetzlich geregelt werden mußten. Die brennende Frage war nur die, ob ein Bundesgesetz geschaffen oder ob die kantonalen Gesetze revidiert und weiter ausgebaut werden sollten. Hier standen sich die extremsten Meinungen förderalistischer und zentralistischer Art gegenüber.

Schon 1891 machte die Gesellschaft «Freiland» an den Bundesrat eine Eingabe mit folgendem Inhalt: «Sämtliche noch unbenutzten Wasserkräfte der Schweiz sind Eigentum des Bundes. Die Gewinnung und Ausbeutung derselben, sowie deren Fortleitung durch Elektrizität, Druckluft usw. sind Bundessache. Über Durchführung dieses Monopols, sowie über die Verteilung des Reinertrages aus demselben wird ein Bundesgesetz das nötige bestimmen».

Nicht nur die Wassernutzungshoheit, sondern auch das Wassernutzungsregal sollten demnach dem Bunde zugesprochen werden. Die Kantone, hauptsächlich diejenigen, in denen reichlich ausbeutbare Wasserkräfte vorhanden sind, traten einer solchen bundesstaatlichen Monopolisierung energisch entgegen. Daraufhin arbeitete der Bundesrat einen Bericht aus, auf dessen Grundlage in den eidgenössischen Räten ausgedehnte Diskussionen geführt worden sind, deren Ergebnis in dem Bundesbeschluß vom 4. April 1895 festgehalten ist.

1. Es sei der Eingabe der Gesellschaft «Freiland» um Monopolisierung der Wasserkräfte vom April 1891 keine Folge zu geben.
2. Es sei von dem übrigen Inhalt des Bundesratsberichtes Akt zu nehmen und demselben die Erwartung auszusprechen, daß er die in Aussicht genommenen Vorlagen betr. a) die Regelung der interkantonalen Beziehungen mit Bezug auf Wasserwerkanlagen, b) generelle Vorschriften über Anlage, Betrieb und Beaufsichtigung von elektrischen Starkstromleitungen, c) die Untersuchung der Wasserverhältnisse der Schweiz als Grundlage zur Feststellung der nutzbar zu machenden Wasserkräfte mit Beförderung einbringen werde.

3. Der Bundesrat wird eingeladen, sich in gutfindender Weise mit den Kantonen in Verbindung zu setzen, um dieselben zur Aufstellung von einheitlichen gesetzlichen Bestimmungen über das Wasserrecht, namentlich mit Bezug auf Expropriation, zeitliche Beschränkung der Konzessionserteilungen, Rückfall- und Vorzugsrechte des Staates und der Gemeinden, sowie Aufstellung eines Wasserrechtskatasters nach einheitlichem Schema zu veranlassen.

Dieser Bundesbeschluß zeigt deutlich, daß grundsätzlich an der kantonalen Wassernutzungshoheit festgehalten und eine eidgenössische Gesetzgebung über die Nutzbarmachung der Wasserkräfte überhaupt noch nicht in Aussicht genommen wurde. Dafür sollten die kantonalen Regelungen einheitlich normiert und erweitert werden. Die Bedeutung des Beschlußes liegt im wesentlichen darin, daß er die Ausarbeitung des Gesetzes über Stark- und Schwachstromanlagen (angenommen durch die Bundesversammlung am 24. Juni 1902, in Kraft seit 1. Februar 1903) beschleunigte und ihm zufolge das hydrometrische Bureau geschaffen wurde, dem die Aufgabe zufiel, die schweizerischen Gewässer unter dem Gesichtspunkte ihrer Nutzbarmachung zur Gewinnung von Wasserkräften zu untersuchen. 1908 wurde es vom Oberbauinspektorat abgetrennt (Dep. des Innern) und in eine Abteilung für Landeshydrographie umgewandelt. Durch das Bundesgesetz über die Organisation der Bundesverwaltung vom 26. März 1914 wurde diese Abteilung durch ein eidgenössisches Amt für Wasserwirtschaft ersetzt. Der Tätigkeitsbereich ist im Laufe der Zeit bedeutend ausgedehnt worden bis zur Vorbereitung und Vollziehung wasserwirtschaftlicher Gesetze und Verordnungen. Am 1. Oktober 1930 wurde das eidgenössische Amt für Elektrizitätswirtschaft ins Leben gerufen, dem neben der Behandlung der Ausfuhrgesuche, die Anlage einer umfassenden Statistik der schweizerischen Energieproduktion zukommt.

An weitern Anregungen, ein Bundesgesetz über die Ausnutzung der Wasserkräfte vorzubereiten, fehlte es in der Folgezeit nicht. Erwähnt seien hier nur die beiden wichtigsten Motionen von Prof. Dr. Zschokke am 22. Dezember 1899 und von Nationalrat Müri am 12. Dezember 1902.* Beide heben die zunehmende Bedeutung unserer Wasserkräfte für die gesamte schweizerische Volkswirtschaft hervor, und verlangten demnach eine Bundesregelung, um die Ausbeutung als Nationalgut zu sichern. Die Einstellung der Kantone blieb aber nach wie vor gleich, indem sie an ihrem Gesetzgebungsrecht festhielten. Die Gründe, die für und gegen eine

* Stenogr. Bulletin der Bundesversammlung vom 12.Dez. 1902.

Bundesgesetzgebung auf dem Gebiete des Wassernutzungsrechtes ins Feld geführt wurden, sind zahllos.

Es besteht kein Zweifel, daß zu dieser Zeit verschiedene gesamtschweizerische wasser- und elektrizitätsrechtliche Gebiete (z. B. Export elektrischer Energie, interkantonale Beziehungen, internationale Rechtsverhältnisse, Grenzwässer usw.) einer einheitlichen gesetzlichen Regelung bedurften. Die Entwicklung ging auch in diesem Sinne weiter, indem solche Teilgebiete mit Bundesbeschlüssen belegt wurden. So wurde z. B. am 31. März 1906 in einem Bundesbeschluß der Export von aus inländischen Wasserkräften gewonnener Energie geordnet, wonach nur mit Bewilligung des Bundesrates elektrische Kraft ins Ausland abgegeben werden durfte.

Daneben hat sich der Gedanke einer generellen eidgenössischen Regelung der Nutzbarmachung unserer Wasserkräfte durchgesetzt, sei es, daß die kantonalen Gesetze den Verhältnissen nicht mehr genügten und voneinander zu stark divergierten, sei es, daß man die Wasserkräfte als schweizerisch-volkswirtschaftliches Gut betrachtete. Seinen Ausdruck fand er in dem Initiativbegehren vom 27. Juni 1906, worin die Aufnahme eines neuen Art. 23 in BV gefordert wurde: « Die Gesetzgebung über die Ausnützung der Wasserkräfte und über die Fortleitung und Abgabe der daraus gewonnenen Energie ist Sache des Bundes. Dabei haben die Kantone oder die nach den kantonalen Rechten dazu Berechtigten Anspruch auf die für Benützung der Wasserkräfte zu entrichtenden Gebühren und Abgaben. Vom Zeitpunkt der Annahme dieses Artikels an ist in allen neuen Wasserrechtkonzessionen die Anwendung der künftigen Bestimmungen der Bundesgesetzgebung vorzubehalten, und darf die Abgabe der durch Wasserkraft erzeugten Energie ins Ausland nur mit Bewilligung des Bundesrates erfolgen».

Daß damit den Kantonen jedwelche Wassernutzungshoheit abgesprochen wurde, ist ohne weiteres ersichtlich. In den parlamentarischen Beratungen, wo sich wiederum die kantonalen und eidgenössischen Geister scharf bekämpften, behaupteten die Kantone ihre fest entschlossene Stellungsnahme, derzufolge die Bundesversammlung die Verwerfung des Initiativbegehrens beantragte und einen vom Bundesrat ausgearbeiteten Gegenvorschlag zur Annahme empfahl. Der BV sollte folgender Art. 24bis hinzugefügt werden:

«Die Nutzbarmachung der Wasserkräfte steht unter Oberaufsicht des Bundes. Die Bundesgesetzgebung stellt die zur Wahrung der öffentlichen Interessen und zur Sicherung der zweckmäßigen Nutzbarmachung der

Wasserkräfte erforderlichen allgemeinen Vorschriften auf. Dabei ist auch die Binnenschiffahrt nach Möglichkeit zu berücksichtigen.

Unter diesem Vorbehalt steht die Regelung der Nutzbarmachung der Wasserkräfte den Kantonen zu.

Wenn jedoch eine Gewässerstrecke, die für die Gewinnung einer Wasserkraft in Anspruch genommen wird, unter der Hoheit mehrerer Kantone steht, und sich diese nicht über eine gemeinsame Konzession verständigen können, so ist die Erteilung der Konzession Sache des Bundes. Ebenso steht dem Bunde unter Beiziehung der beteiligten Kantone die Konzessionserteilung an Gewässerstrecken zu, die die Landesgrenze bilden.

Die Gebühren und Abgaben für die Benutzung der Wasserkräfte gehören den Kantonen oder den nach der kantonalen Gesetzgebung Berechtigten. Sie werden für die vom Bunde ausgehenden Konzessionen von diesem nach Anhörung der beteiligten Kantone und in billiger Rücksichtnahme auf ihre Gesetzgebung bestimmt. Für die übrigen Konzessionen werden die Abgaben und Gebühren von den Kantonen innert den durch die Bundesgesetzgebung zu bestimmenden Schranken festgesetzt.

Die Abgabe der durch Wasserkraft erzeugten Energie ins Ausland darf nur mit Bewilligung des Bundes erfolgen.

In allen Wasserechtskonzessionen, die nach Inkrafttreten dieses Artikels erteilt werden, ist die künftige Bundesgesetzgebung vorzubehalten. Der Bund ist befugt, gesetzliche Bestimmungen über die Fortleitung und die Abgabe der elektrischen Energie zu erlassen.»

Damit sollte die verfassungsrechtliche Grundlage eines sogenannten Rahmengesetzes des Bundes über die Nutzbarmachung der Wasserkräfte geschaffen werden, innerhalb dessen Schranken die Kantone ihre eigenen Wasserrechtsgesetze, den jeweiligen speziellen Verhältnissen entsprechend, wirksam ausgestalten konnten, im Gegensatz zum Initiativbegehren, das die partikulare kantonale Wassernutzungshoheit vollständig beseitigen wollte.

In der Volksabstimmung vom 25. Oktober 1908 wurde der vom Bundesrate ausgearbeitete Art. 24bis angenommen. Jedoch erst 4 Jahre später (19. April 1912), nach unzähligen Konferenzen und Verhandlungen über die Festsetzung der grundsätzlichen Artikel mit den Kantonen, konnte der Gesetzesentwurf über die Nutzbarmachung der Wasserkräfte mit der bundesrätlichen Botschaft der parlamentarischen Beratung vorgelegt werden. Infolge des Kriegsausbruches erfuhr die Behandlung in den eidgenössischen Räten eine weitere Verzögerung. In der Volksabstimmung

vom 22. Dezember 1916 wurde das WRG angenommen und am 1. Januar 1918 in Kraft gesetzt.

Eindeutig geht aus der skizzierten Entwicklung der Wassernutzungshoheit hervor, daß man auch heute keineswegs von einem ausschließlichen Gesetzgebungsrecht des Bundes auf dem Gebiete der Wasserkraftnutzung sprechen kann. Dies ist ausdrücklich in den Artikeln 24bis/I, II der BV sowie 1 und 2 des WRG enthalten. Die kantonalen Wasserrechtsgesetze und die darauf beruhenden Verordnungen bleiben, sofern sie dem WRG nicht widersprechen oder darin nicht enthalten sind, wirksam. Die Wassernutzungshoheit hat seit der Aufnahme des Art. 24bis in die BV bis heute die Form eines Kompromisses, indem die eidgenössische Gesetzgebung die ganze Materie umfaßt, das kantonale Wasserrecht dagegen die einzelnen Tatbestände innerhalb des WRG nach freiem Ermessen regelt.

II. Die wichtigsten Bestimmungen des WRG.

Das Bundesgesetz über die Nutzbarmachung der Wasserkräfte ist in die folgenden vier Abschnitte eingeteilt:

1. Die Verfügung über die Gewässer,
2. Die Benutzung der Gewässer,
3. Die Verleihung von Wasserrechten,
4. Ausführungs- und Übergangsbestimmungen.

1. Die Rechte des Bundes.

Von richtunggebender Bedeutung für das WRG ist der Art. 1, wonach der Bund die Oberaufsicht über die Nutzbarmachung der öffentlichen und privaten Gewässer ausübt, die sich im wesentlichen auf die Überprüfung der Werkpläne, ob diese in ihrer generellen Anlage der zweckmäßigen Wasserkraftnutzung (WRG 5/III), den wasserbaupolizeilichen Vorschriften des Bundes (WRG 21/I, 17/II), der Wahrung der Schönheit des Landes (WRG 22), den Interessen der Fischerei und Schiffahrt (WRG 23, 24) entsprechen, erstreckt. Der Art. 5/I delegiert dem Bundesrat das Recht, allgemeine Bestimmung zur zweckmäßigen Nutzbarmachung der Wasserkräfte sowie besondere Vorschriften für bestimmte Gewässer zu erlassen (WRG 5/II).

Kraft eigenen Rechtes kann der Bund für eigene Zwecke (SBB) Wasserkräfte in Anspruch nehmen, indem er sich selber für die Aus-

nutzung einer noch nicht verliehenen Wasserkraft die Konzession erteilt (WRG 12/I) oder bei einer schon genutzten Gewässerstrecke die Verleihung und die bestehenden Anlagen auf dem Wege der Enteignung oder durch Geltendmachung des Rückkaufs- oder Heimfallsrechtes erwirbt (WRG 12/II).

In folgenden Fällen ist der Bund Verleihungsbehörde von Wasserkraftnutzungsrechten:

a) Bei der Konzedierung einer Gewässerstrecke, die im Gebiete mehrerer Kantone liegt, sofern sich die beteiligten Kantone über die Verleihungsansprüche nicht einigen können. In billiger Weise hat er jedoch die Gesetzgebung der Kantone zu berücksichtigen (WRG 6/I, II).

b) Bei der Konzedierung von Gewässerstrecken, die die Landesgrenze bilden. Auch hier hat der Bund mit dem betreffenden Kanton in Verbindung zu treten um dessen gesetzmäßige Leistungsansprüche zu wahren. Er kann auch den Kanton beauftragen, die Verleihung selber vorzunehmen (WRG 7).

c) Bei der Konzedierung einer Wasserkraft, deren eine dem öffentlichen Wohl dienende Unternehmung bedarf, die aber Gegenstand des Privatrechtes ist. (Die Uferanstößer verleihen kraft Privatrechts das Wassernutzungsrecht, sofern der betreffende Kanton das Recht der Enteignung dieser Wasserkräfte, sowie der für das Werk erforderlichen Grundstücke oder dinglichen Rechte nicht gewährt).

Zum Ausgleich des jahreszeitlich verschiedenen Wasserabflußes kann der Bund, nach Anhörung der beteiligten Kantone, eine bessere Seeabflußregulierung sowie die Erstellung von künstlichen Sammelbecken anordnen. Die Bundesversammlung entscheidet über die Errichtung solcher Werke, sowie über die Verteilung der Kosten zwischen Bund und Kantonen (WRG 15/I, II, 16).

Der gesamte Export elektrischer Energie steht unter Kontrolle des Bundes (WRG 8).

2. Die Rechte der Kantone.

Das kantonale Recht bestimmt, mit Ausnahme der vom Bunde beschlagenen Gefällsstufen, wer über die Wasserkraft der öffentlichen und privaten Gewässer verfügungsberechtigt ist (WRG 2/I, II).

Belegt der Bund für eigene Zwecke eine noch unbenutzte Gewässerstrecke, so muß er das verfügungsberechtigte Gemeinwesen für den Aus-

fall der Konzessionsgebühr und des Wasserzinses schadlos halten (WRG 13/I). Übernimmt der Bund schon bestehende Wasserkraftnutzungsanlagen, so hat er den Konzedenten für den Wegfall des Wasserzinses und des Rückkaufs- oder Heimfallsrechtes zu entschädigen (WRG 13/II). Auch für den Ausfall an kantonalen, kommunalen und weitern Steuern hat der Bund aufzukommen, jedoch höchstens mit einer Belastung von einem Franken pro ausgebaute Brutto-PS (WRG 14/I).

Die Höhe des Wasserzinses und des Steueransatzes der Kraftwerke wird innerhalb den Schranken des WRG von den kantonalen Gesetzen bestimmt (WRG 49/III). Sämtliche Gebühren, Abgaben und Steuern der Wasserkraftnutzung fließen in die kantonalen Staatskassen. Den Kantonen steht ferner das Recht der Aufsicht, ob die kantonalen wasserbaupolizeilichen Vorschriften eingehalten werden, zu.

3. Zwingende Vorschriften.

Das nationale Moment wurde in WRG 40/II gewahrt, wonach eine Verleihung von Wasserkraftnutzungsrechten an natürliche Personen nur möglich ist, wenn diese Schweizerbürger sind. Bei den juristischen Personen ist die unerläßliche Bedingung einer Wasserrechtsverleihung, daß sie während der ganzen Dauer der Konzession ihren Sitz in der Schweiz haben, und daß mindestens zwei Drittel der Mitglieder der Verwaltung aus Schweizerbürgern besteht, die ihren Wohnsitz ebenfalls in der Schweiz haben.

Der Maximalsatz des jährlichen Wasserzinses ist auf sechs Franken pro Brutto-PS festgesetzt worden (WRG 49/I). Besondere kantonale und kommunale Steuern dürfen nur so weit auf die Wasserkraftnutzung gelegt werden, als die Summe des jährlichen Wasserzinses und der in Betracht fallenden Steuern sechs Franken pro installierte PS nicht übersteigt (WRG 49/III).

Der obligatorische Inhalt einer Wasserkraftkonzession ist in WRG 54 enthalten. Darnach soll eine Verleihung bestimmen:

a) Die Person des Beliehenen,
b) Den Umfang des verliehenen Nutzungsrechtes mit Angabe der Wassermenge in Sekundenkubikmetern und die Art der Benutzung,
c) Dauer der Verleihung,
d) Die dem Beliehenen auferlegten wirtschaftlichen Leistungen wie Wasserzins, Abgabe von Wasser oder Kraft und andere Leistungen, die sich nicht aus allgemein verbindlichen Vorschriften ergeben,

e) Über die Fristen für den Anfang der Bauarbeiten und die Eröffnung des Betriebes,

f) Über das Recht des Heimfalls oder des Rückkaufs des Werkes zugunsten des verleihenden Gemeinwesens.

Die maximale Dauer der Verleihung, von der Eröffnung des Betriebes an gerechnet, beträgt achtzig Jahre (WRG 58).

Zur Förderung der Hydrometrie sind die Wasserwerkbesitzer verpflichtet, für die nötigen Einrichtungen zur Messung der Wasserstände und Wassermengen im Bereiche der Anlage besorgt zu sein (WRG 29).

Den Kantonen obliegt die Führung von genauen Wasserrechtsverzeichnissen (WRG 31).

Eine Konzession kann nur mit Zustimmung der Verleihungsbehörde auf einen Dritten übertragen werden (WRG 42/I).

4. Schlussfolgerungen.

Die praktisch wichtigsten Rechte in der Ausnutzung der Wasserkräfte sind den Kanonen grundsätzlich erhalten geblieben, wiewohl es den Anschein hat, als ob dem Bunde im WRG weitgehende Kompetenzen eingeräumt worden wären. Neben den Fällen, in denen der Bund als Konzedent von Wasserrechtsverleihungen auftritt sowie neben den Zwangsvorschriften, enthält das WRG nur Rahmennormen, die von den Kantonen innerhalb den Schranken des Bundesgesetzes weiter ausgestaltet werden können.

Der Gedanke einer eidgenössischen Monopolisierung der Wasserkräfte hat bis heute nicht Boden fassen können, was hauptsächlich auf den Widerstand der Kantone zurückzuführen ist, die an ihrem Hoheitsrechte weiterhin festhalten werden.

III. Das Wassernutzungsregal.

(im spez. Kanton Aargau.)

1. Allgemeines.

Darunter ist hier im engern Sinne das Verfügungsrecht über die Ausnutzung von Wasserkräften zu verstehen. Wem diese Befugnis zusteht (Kanton, Bezirke, Gemeinden, Körperschaften), bestimmt das kantonale Recht (WRG 2). Eine Ausnahme bildet WRG Art. 12, wonach der Bund Kraft eigenen Rechtes die Ausnützung von Gewässern in Anspruch nehmen kann.

Die meisten kantonalen Wasserrechte erklären den Kanton selbst als verfügungsberechtigt, d. h. er kann selber die Ausnützung der Wasserkräfte vornehmen oder an Dritte konzedieren. Eine ganze oder teilweise Delegierung des Wasserregals haben wir heute noch in den Kantonen Glarus (Uferanstößer), Wallis (Kanton und Gemeinden), Graubünden (Gemeinden), Uri (Kanton, Korporationen und Gemeinden), Schwyz (Bezirke).

Das aargauische Gesetz über die Benutzung der Gewässer zur Betreibung von Wasserwerken vom 28. Februar 1856 bezeichnet in Art. 1 das Wasserregal ausdrücklich als ein Hoheitsrecht des Staates. Zur Errichtung eines Wasserwerkes bedarf ein Dritter der Bewilligung (Konzession) des Regierungsrates. Diese Regelung gilt bis heute mit der Einschränkung, daß die Verleihungen von Wasserrechten über mehr als 2000 PS zu ihrer Gültigkeit die Genehmigung des Großen Rates erfordern (Kantonale Verordnung zum WRG vom 29. November 1917, Art. 3/II).

Ähnliche Bestrebungen wie die Eingabe der Gesellschaft «Freiland» an den Bundesrat sind auch im aargauischen Parlament vertreten worden.* Die Gedanken einer totalen Monopolisierung der Wasserkräfte in den Händen des Kantons wurden aber ebenfalls zurückgewiesen, was in den Schlußnahmen vom 14. März 1898 auf eine Motion, die die Einstellung der Konzessionserteilung forderte, deutlich zum Ausdruck kommt:**

«1. Es sei zur Zeit von der Ausbeutung der noch verfügbaren Wasserkräfte unseres Kantons durch den Staat Umgang zu nehmen.

2. Der Regierungsrat wird eingeladen, dafür zu sorgen, daß recht bald über die noch verfügbaren Wasserkräfte ein möglichst genauer Kataster angelegt werde. Sollten Gemeinden sich zur Ausbeutung von Wasserkräften vermittelst größerer Kraftanlagen vereinigen, so sollen diese den Vorzug vor Privatunternehmen haben. Der Staat soll sich das Recht der Beteiligung an solchen Unternehmungen wahren.

3. Der Regierungsrat wird eingeladen, beförderlich die Revision des Wasserrechtsgesetzes von 1856 vorzunehmen und in demselben hauptsächlich diejenigen Punkte gesetzlich zu regulieren, welche mit der Konzessionserteilung für die Verwendung von Wasserkräften an den öffentlichen Gewässern unseres Kantons zusammenhängen. Dieses Gesetz hat u. a. folgende Punkte ins Auge zu fassen: Konzessionsdauer,

---

* Vergl. Aarg. Großratsprotokolle 1895—1897.

** Aarg. Großratsprotokoll 1898.

Rückkaufsfrist, Heimfallsrecht, Expropriationsrecht des Staates und der Gemeinden, Pflichten in bezug auf den Uferschutz, polizeiliche Bestimmungen betreffend Starkstromleitungen über Staats-, Gemeinde- und Privateigentum.»

Es ist offensichtlich, daß dieser Großratsbeschluß mit dem Bundesbeschluß vom 4. April 1895 in engstem Zusammenhang steht.

Eine grundsätzliche Änderung in der aargauischen Wasserkraftnutzungspolitik brachte das Gesetz betreffend die kantonale Elektrizitätsversorgung vom 30. Oktober 1913, in Anwendung des revidierten Art. 96 der Staatsverfassung, das in der Volksabstimmung vom 14. Dezember 1913 angenommen worden ist. Der Verfassungsartikel hat folgenden Wortlaut: «Der Staat fördert die Versorgung des Kantons mit elektrischer Energie, — Der Große Rat ist befugt, die zu diesem Zwecke erforderlichen Ausgaben und Anleihen zu beschließen». Die Möglichkeit der Produktion elektrischer Energie durch den Staat wurde damit ausdrücklich sanktioniert.*

Das Ergebnis dieser Entwicklung war die Gründung des «Aargauischen Elektrizitätswerkes»,** (Dekret betreffend die Organisation und Verwaltung des A. E. W. vom 29. November 1915).

Obwohl diesem staatlichen Unternehmen ausdrücklich das Recht der Erzeugung elektrischer Energie eingeräumt worden ist (Dekret Art. 1/II), besitzt heute der Kanton bezw. das A. E. W. nur vier kleine unbedeutende Primärwerke. Hingegen hat sich der Aargau an den neuesten Großkraftanlagen (Dogern, Klingnau) namhaft beteiligt.***

Die Ursache des heutigen Zustandes liegt in § 4 des Gründungsvertrages der «Nordostschweizerischen Kraftwerke A.G.»**** vom 22. April 1914, der folgendes bestimmt: «Die beteiligten Kantone verpflichten sich, die gesamte elektrische Energie für ihre staatlichen Kraftversorgungen von den N. O. K. zu beziehen, solange diese in der Lage sind, zu annehmbaren Bedingungen Kraft zu liefern. Dabei hat es die Meinung, daß die Bedingungen, zu denen die beteiligten Kantone von den Kraftwerken Strom beziehen, unter keinen Umständen ungünstiger sein dürfen, als diejenigen, zu welchen sie bei Abschluß dieses Vertrages ihren Energiebedarf decken. — Vorbehalten bleiben die bestehenden Kraftbezugsverträge, Bezüge aus eigenen Anlagen und die in bestehenden und künftigen Konzes-

* Vergl. Ges. betr. die kant. Elektrizitätsversorgung Art. 1/I.
** Abkürzung A.E.W.
*** Vergl. S. 105 ff.
**** Abkürzung N. O. K.

sionen reservierten Vorzugskraftquoten, ebenso der Ausbau der bestehenden Anlagen». Gestützt auf dieses monopolartige Belieferungsrecht ist der Versuch, die Gefällsstrecke Windisch-Mellingen für ein kantonales Werk zu reservieren (Ende 1918), durch einen Protest der N. O. K. vereitelt worden.

Die sich inhaltlich durchkreuzenden Vorschriften der aargauischen Gesetzgebung und des Gründungsvertrages der N. O. K. haben zu der heute sehr merkwürdigen Situation geführt, daß, abgesehen von dem Privileg der N. O. K. auf Verleihungen von mehr als 10,000 PS (Gründungsvertrag Art. 5/I) und der Vorzugsstellung der Gemeinden bei Konzessionserteilungen (WRG 39, 41), der Ausbau der Wasserkräfte des Kantons Aargau grundsätzlich der privaten Initiative erhalten blieb.

2. Die Gebühren, Abgaben und sonstigen Leistungen.

a) Die Konzessionsgebühr.

Im aargauischen Wasserrechtsgesetz von 1856 ist die Erhebung einer speziellen Konzessionsgebühr nicht vorgesehen. Der Gesuchsteller hatte lediglich die Kosten einer Untersuchung durch Sachverständige zur Bestimmung der mittleren Wasserkraft des beanspruchten Rechtes zu tragen (Art. 5). Am 22. Mai 1902 wird die einmalige Konzessionsgebühr von Fr. 2.— pro installierte PS in die Wasserzinsverordnung vom 26. November 1896 aufgenommen. In Art. 15 der kantonalen Verordnung zum WRG vom 29. November 1917 erfuhr sie eine Revision, indem folgende Sätze in Anschlag gebracht wurden (pro PS):

bei Wasserwerken bis	100 PS			Fr. 1.—	(min. Fr. 25.—)
bei Wasserwerken von	101 bis	500 PS		Fr. 2.—	
bei Wasserwerken von	501 bis	1000 PS		Fr. 3.—	
bei Wasserwerken von	1001 bis	5000 PS		Fr. 4.—	
bei Wasserwerken mit über		5000 PS		Fr. 5.—	

Eine weitere Erhöhung der Konzessionsgebühr erfolgte am 22. März 1921 durch Abänderung der vorigen Verordnung, indem bis heute folgende Stufen verrechnet werden (pro PS):

bei Wasserwerken bis	25 PS	pauschal		Fr.	25.—
bei Wasserwerken von	26 bis	50 PS		Fr.	2.—
bei Wasserwerken von	51 bis	100 PS		Fr.	3.—
bei Wasserwerken von	101 bis	500 PS		Fr.	4.—
bei Wasserwerken von	501 PS	und darüber		Fr.	5.—

Von Gebühren im finanzwissenschaftlichen Sinn kann natürlich bei solchen Sätzen nicht mehr die Rede sein, denn diese übersteigen bei weitem die Kostendeckung, die dem Staate aus der Verleihung entsteht. Es handelt sich hier eher um Taxpreise, die der Bewerber einer Konzession zu entrichten hat.

b) Der Wasserzins.

Das ist die vom Werkeigentümer für die Wasserkraftnutzung alljährlich an den Staat zu leistende Abgabe, deren Erhebung die durchschnittliche Jahresleistung pro installiertes PS zugrunde liegt (WRG 51/I).

Der Artikel 5 des aargauischen Wasserrechtsgesetzes von 1856 enthält folgenden dritten Absatz: «Jede Pferdekraft bezahlt, je nach der Lage des Wasserrechtes, nach der Art und der allgemeinen Nützlichkeit des damit zu betreibenden Gewerbes, einen Wasserrechtszins von wenigsten drei bis höchsten vier Franken». Durch die Annahme des Antrages von Prof. Dr. Zschokke im Großen Rate vom 28. Oktober 1896 wurde der Satz auf sechs Franken pro Brutto-PS festgesetzt mit der Modifikation, daß neue Werke für die zwei ersten Betriebsjahre vier, für das dritte und vierte Betriebsjahr fünf Franken und erst nachher den vollen Taxpreis zu bezahlen hatten. Der Antrag wurde durch die nachstehenden Motive begründet:*

1. Die Taxe soll eine einheitliche, nicht vom Ermessen der Verwaltungsbehörde abhängige sein.
2. Die Taxe soll so bemessen sein, daß sie namentlich für den Anfang neuauftretender Industrien nicht abschreckt, und soll dem Umstand Rechnung tragen, daß erfahrungsgemäß kein Werk sogleich mit der Inbetriebnahme, die ganze Kraft ausnutzen kann.

Der im Entwurfe zum WRG vorgesehene Maximalsatz von drei Franken pro Brutto-PS wurde von den Katonen scharf angegriffen, und sie verlangten dessen Verdoppelung, die dann auch nach ausgiebigen parlamentarischen Diskussionen in den Gesetzestext aufgenommen wurde (WRG 49), allerdings mit dem Zusatz, daß die gesamte fiskalische Belastung pro Jahr (Wasserzins, Steuern und andere Belastungen) sechs Franken nicht übersteigen darf. Im zweiten Abschnitt dieses Artikels wurde auch die grundsätzlich verschiedene Abgabenbelastung zwischen Hoch-und Niederdruckwerken berücksichtigt. «Bei Unternehmungen, die mit verhältnismäßig großen Auslagen ein zur Ausgleichung der Wassermengen geeignetes Sammelbecken schaffen, soll, sofern die Umstände es rechtfertigen,

* Aarg. Großratsprotokoll 1896.

der Wasserzins für diese Kraftvermehrung angemessen herabgesetzt werden» (WRG 49/II).

Die aargauische Vollziehungsverordnung zum WRG vom 29. November 1917 (Art. 16), enthält folgende Wasserzinssätze:

1. Für verliehene Wasserwerke an kleinern Gewässern, die infolge von Wässerungsberechtigungen oder Trockenheit zeitweise leiden Fr. 4.— pro Brutto-PS;
2. für alle andern verliehenen Wasserwerke Fr. 6.— pro Brutto-PS, zahlbar zu Beginn des Kalenderjahres.

Am 15. November 1927 ist diese Verordnung durch einen Zusatz ergänzt worden, um die Abgabebelastung der vorhin unter Punkt 1. erwähnten Werke gerechter zu gestalten: «Überschreitet indessen die Aufnahmefähigkeit eines solchen Wasserwerkes die zehnmonatige Wasserführung des benutzten Gewässers, so werden für die daraus gewonnene Mehrkraft nur Fr. 4.— pro mittlere Jahresbrutto-PS erhoben; überschreitet sie die achtmonatige Wasserführung, so beträgt der Wasserzins für die weitere Mehrleistung nur Fr. 2.— pro mittlere Jahresbrutto-PS. Unter zehn- bezw. achtmonatiger Wasserführung ist diejenige Wassermenge zu verstehen, welche einem Wasserwerk während 305 bezw. 244 Tagen im Jahr, die nicht aufeinander folgen müssen, zur Verfügung steht.»

Ähnliche Gedanken wie in dem Antrag Zschokke vom 28. Oktober 1896 haben zu dem zwingenden Art. 50 des WRG geführt, der bestimmt daß während den ersten sechs Jahren nach der Indienstnahme eines Werkes der Wasserzins nur auf der wirklich ausgenutzten Wasserkraft erhoben werden darf. Die Hälfte der möglich mittleren Jahresleistung ist in diesem Falle die untere Grenze der Wasserzinsberechnung (WRG 50/II). Für die bewilligte Baufrist eines Werkes soll der Wasserzins überhaupt wegfallen (WRG 50/I).

Die verschiedenartigen kantonalen Limitierungen der Wasserzinshöhe hat schon zu vielen Erörterungen Anlaß gegeben. Hauptsächlich wird die differenzierte Abgabenbelastung in den einzelnen Kantonen in den Zusammenhang gebracht, daß die einen mit niedrigeren Sätzen die Industrie fördern wollen, während die andern das fiskalische Interesse in den Vordergrund stellen.* Der sicher tiefere Grund besteht aber in der art- und mengenmäßig verschiedenen Dotation an ausbeutbaren Wasserkräften. Demnach ist es verständlich, daß ein Kanton mit vorteilhaften, nutzungsfähigen Gewässern höhere Wasserzinssätze verlangt als ein solcher mit un-

* Vergl. Diss. A. Schirmer, S. 19.

günstigen hydrographischen Voraussetzungen. Grundsätzlich muß man auch unterscheiden zwischen der fiskalischen Belastung von Lauf- und Akkumulierwerken. Die außerordentlich hohen festen Jahreskosten der Hochdruckwerke sollen nicht noch durch hohe Wasserzinsen vermehrt werden.

Die verhältnismäßig hohen Wasserrechtszinse in den ersten zwanzig Jahren der schweizerischen Hydroelektrizitätswirtschaft hatten für die spätere Entwicklung nur günstige Folgen. Gemäß den vorigen Ausführungen über das Wasserregal, war die Hochhaltung der fiskalischen Abgaben das einzige Mittel, die seit 1891 einsetzende Überhäufung der Kantonsregierungen mit Konzessionsgesuchen für zahllose Kleinwerke etwas einzudämmen. Ohne jedwelche Planmäßigkeit der Flußstufennutzung, wären die günstigsten Gefällsstrecken mit kleinen Werken belegt worden, die beim spätern technischen Fortschritt rasch entwertet worden wären, was eine elektrizitätswirtschaftliche Belastung zur Folge gehabt hätte.* Die in den einzelnen Kantonen hohen Wasserzinse begünstigten weiter die der Hydroelektrizitätswirtschaft immanente Betriebskonzentration, indem, den technischen Verhältnissen entsprechend, sofort größere Werke in Angriff genommen wurden (Elektrizitätswerk der Stadt Aarau 1893, Elektrizitätswerk der Stadt Brugg 1892, Elektrizitätswerk der Stadt Baden 1892, Elektrizitätswerk Schiffmühle 1896, Beznau 1902, Rheinfelden 1898).

c) Die Besteuerung von Kraftwerken.

Besondere kantonale und kommunale Steuern auf Wasserwerken, die auf Verleihung beruhen, sind nur so weit statthaft, als die Wasserzinshöhe in dem betreffenden Kanton die obere Grenze nicht erreicht (WRG 49/III). Die höchste fiskalische Belastung der mittleren Jahrebrutto-PS ist demnach der kantonalgesetzlich geordnete Maximalbetrag des Wasserzinses.

d) Weitere Belastungen.

Darunter fallen die in den Konzessionsurkunden enthaltenen Bestimmungen wie: Abgabe von Strom zu Vorzugspreisen an das verleihende Gemeinwesen, Herabsetzung der Strompreise nach Maßgabe des Gewinnes, Heimfalls- oder Rückkaufsrechtes des Konzedenten.**

* Nach den Statistiken des Eidg. Wasserwirtschaftsamtes bestehen auch heute noch über 6000 solcher Kleinwerke.

** Vergl. S. 28 und 30.

Eine Senkung der Strompreise durch das verleihende Gemeinwesen ist nur so weit möglich, als das Elektrizitätswerk nach den Grundsätzen einer guten und vorsorglichen Wirtschaft geführt wird (WRG 56/I).

2. Geschichtliche Entwicklung des Ausbaues aargauischer Wasserkräfte.

I. Allgemeines.

Ein Blick auf die geographische Karte der Schweiz genügt um zu erkennen, daß der Aargau über das intensivste Flußsystem aller Kantone verfügt. Die Einzugsgebiete der sich auf aargauisches Gebiet ergießenden Gewässer betragen zusammen 30,900 qkm, d. h. drei Viertel der Gesamtoberfläche der Schweiz (Rhein 14,900 qkm, Aare 10,800 qkm, Reuß 2,900 qkm, Limmat 2,300 qkm).*

Wiewohl die Abflußverhältnisse der vier aargauischen Hauptwasserläufe jahreszeitlich nicht ausgeglichen sind, treten bei ihnen doch keine extremen Wasserklemmen auf, wie bei den voralpinen Gewässern (z. B. Thur, Emme, Elbe, Oder usw.), da sie einerseits von den Gletschern unserer Alpen und andererseits von dem großen schwammartigen Wassersammler, der bewaldeten schweizerischen Hochebene gespiesen werden. Ferner haben die zu jedem Einzugsgebiet gehörenden Seen (Boden-, Brienzer-, Thuner-, Vierwaldstätter- und Zürichsee), eine günstige Wirkung auf das Wasserregime, die in neuester Zeit noch durch künstliche Maßnahmen (Seeregulierungen, Speicherwerke) gesteigert worden ist. Ununterbrochen fließt eine ansehnliche Wassermenge durch die aargauischen Flußtäler.

Zufolge der vorteilhaften relativ großen Wasserkräfte haben viele der neu auftretenden Industrien des 19. Jahrhunderts ihren Standort auf aargauischem Gebiet gewählt. In eigenen Werken wurde und wird zum Teil noch heute die für die Fabriken benötigte Kraft erzeugt. Erwähnt seien hier nur die Baumwoll-Spinnerei und Weberei A. G., Wettingen (2 Werke), A.G. vormals E. Kappeler-Bébié und Bébié & Cie., Turgi (1 Werk), Bronzewarenfabrik A. G., Turgi (1 Werk), Zwirnerei Stroppel A. G., Turgi

* Die Zahlen sind dem «Führer durch die schweizerische Wasserwirtschaft» entnommen.

(1 Werk), A. G. der Spinnereien von H. Kunz, Windisch (1 Werk), Oederlin & Cie., Baden (1 Werk), A. G. Spinnerei Spörri, Baden (1 Werk).*

Hauptsächlich waren es die Wasserkräfte der Reuß und der Limmat, die den Bedürfnissen dieser Industrien nutzbar gemacht wurden. Der Grund liegt wohl darin, daß zu jener Zeit die Mittel der Wasserbautechnik zur Ausbeutung der Aare oder des Rheins nicht ausreichten. Ferner wiesen die Limmat und Reuß sehr günstige Stellen auf (Stromschnellen), die mit verhältnismäßig geringem Kostenaufwand von Kraftwerken belegt werden konnten.

Die vorgenannten industrieeigenen Energieerzeugungsanlagen, mit Ausnahme derjenigen der A. G. der Spinnereien von H. Kunz in Windisch, sind, soweit sie noch bestehen,** vollständig veraltet, da ihre Ausbaugrößen nicht nur unter dem Jahresmittel sondern unter dem Jahresminimum der Wasserführung liegen (200 bis 600 PS installierte Leistung). Auch die Art und Weise der Ausführung der Kraftanlagen ist primitiv, indem sie mit Wuhr- und Streichwehren ausgerüstet sind, die keine rationelle Ausnützung gewährleisten.

Auch die Festlegung des Standortes von Brown, Boveri & Cie. A. G., Baden, hängt eng mit der Wasserkraftnutzung zusammen. Nur durch die Erstellung des Kappelerhofwerkes*** konnte der Zuzug der neuen Industrie nach Baden erwirkt werden.

Die infolge der Entdeckung der elektrischen Kraftübertragung rapid einsetzende Bedarfsausweitung an weißer Kohle hat den Wert der aargauischen Wasserkräfte enorm gesteigert, da man nun dazu übergehen konnte größere Elektrizitätwerke (städtische und Überlandwerke) zu bauen. Die Bedeutung dieser Erfindung für den Wirtschaftsraum des Aargau's bestätigen folgende Zahlen****: Von den in den vier Hauptflußgebieten total vorhandenen 650,080 PS sind heute 360,200 PS (inkl.das sich im Bau befindende Kraftwerk Rekingen) ausgebaut. Das in den aargauischen Elektrizitätswerken investierte Kapital beträgt ca. 400 Millionen Franken. 1,750 Millionen kWh werden heute jahresdurchschnittlich erzeugt. An Wasserrechtsgebühren, Steuern und Beteiligungserträgnissen fließen jährlich rund vier Millionen Franken in die Staatskasse.

---

* 1904 zerstört durch den Brand der Spinnerei.

** Infolge der Erstellung des E.W. der Stadt Zürich bei Wettingen sind die beiden Kraftwerke der Spinnerei Wettingen A. G. eingegangen.

*** Vergl. S. 75 ff.

**** Die Zahlen sind der Statistik der schweiz. E. W., bearbeitet vom Starkstrominspektorat (Ausgabe 1938), entnommen.

Die im Kanton Aargau zu Gewinnung elektrischer Energie vornehmlich geeigneten Gewässer sind:

	Abflußmengen* (m^3/sek.): Mittleres J.-Mittel	J.-Max.	J.-Min.	Länge (km)	Gefälle (m)
1. Der Rhein:					
Von Kaiserstuhl bis Aaremündung	437	1,139	180**	21	20
Von der Aaremündung bis Kaiseraugst	1,004	2,416	368***	48	45
2. Die Aare:					
Von Murgenthal bis Olten	285	693	81****	12	14
Von Aarau bis Reußmündung	319	802	113*****	23	43
Von der Reußmündung bis Felsenau	558	1,430	175†	16	17
3. Die Reuß:					
Von Ober-Gumpelsfahr bis Vogelsang	132	443	26††	55	68
4. Die Limmat:					
Von Oetwil bis Vogelsang	99	347	24†††	19	56

Der Kanton Aargau ist bei folgenden Flußstrecken nur zur Hälfte nutzungsberechtigt: Kaiserstuhl bis Kaiseraugst, Murgenthal bis Olten, Ober-Gumpelsfahr bis Jonen, Oetwil bis Härdli.

Der obigen Tabelle ist noch beizufügen, daß die Abflußmengen der Limmat insofern nicht mehr stimmen, als die ausgleichende Wirkung des Etzelwerkes in ihnen nicht enthalten ist. Besonders das mittlere Jahresminimum muß heute höher angesetzt werden (ca. 30 m^3/sek.).

Die kleineren Gewässer des Aargaus (Magdenerbach, Möhlinbach, Sisseln, Tegerbach, Wigger, Suhre, Wina, Aa, Bünz und Surb) sind zur Erzeugung elektrischer Energie nicht geeignet, da sie einer stabilen Wasserführung entbehren. Für den mechanischen Antrieb im Gewerbe und in kleineren Industrien (Müllereien, Sägereien, Drechslereien, Zwirnereien Schmieden, Steinsägen usw.) sind diese Kraftspender auch heute noch sehr wertvoll, weisen doch mehrere Anlagen eine installierte Leistung von 200 PS und mehr auf.

Im Folgenden beschränke ich mich auf die geschichtliche Darstellung der Elektrizitätwerke, die heute eine installierte Leistung von mehr als 1,500 PS aufweisen. Die kleineren Anlagen werden in der späteren statistischen Zusammenfassung mitberücksichtigt. ******

* Die Zahlen sind dem «Führer durch die schweizerische Wasserwirtschaft» entnommen.

** Rekingen *** Waldshut **** Murgenthal ***** Brugg

† Döttingen †† Mühlau ††† Zürich, unterhalb Einlauf der Sihl

****** S. S. 109 ff.

II. Die kommunalen Werke.

1. Das Elektrizitätswerk der Stadt Aarau.*

Die Besichtigung des Kraftwerkes läßt sofort erkennen, daß es sich nicht um eine Anlage aus einem Guß handelt. In größeren und kleineren Entwicklungsstufen ist das heute mittelgroße Elektrizitätswerk mit einer installierten Leistung von 18,750 PS (exkl. 2,750 PS Diesel-Reserve) entstanden.

Die Studien für die Erstellung eines Elektrizitätswerkes in Aarau gehen bis ins Jahr 1888 zurück. Nachdem die Verhandlungen des Gemeinderates über den Erwerb des sog. Gewerbekanales (heutiger Kanal 1), der einem Konsortium gehörte, zu scheitern schienen, beschloß die Gemeindeversammlung vom 18. April 1892 die Kraft des Stadtbaches in einer Lichtzentrale bei der obern Mühle auszubeuten (ca. 60 PS). Es zeigte sich aber bald, daß dieses Werklein dem sich entfaltenden Strombedarf nicht zu genügen vermochte. Die erneuten Verhandlungen mit der nunmehr alleinigen Besitzerin des Gewerbekanales (Erbschaft Fleiner) führten am 2. Juni 1893 zu einem Vertragsabschluß, wonach der Kanal zum Preise von Fr. 30,000.— an die Gemeinde überging, mit der Verpflichtung der Käuferin, ein Stauwehr zu errichten und einen Drittel der gewonnenen Kraft (ca. 200 PS) an die Zementfabrik Fleiner unentgeltlich abzugeben. Die Genehmigung dieses Vertrages und die Kreditbewilligung von Franken 600,000.— durch die Gemeindeversammlung vom 5. Juni 1893 bilden den Grundstein des heutigen Aarauerwerkes.

Unverzüglich wurde mit den Bauarbeiten begonnen (Errichtung eines 16 Meter breiten Grundwehres aus Pfahlwerk und Steinwurf, Erstellung der Kraftzentrale mit einer installierten Leistung von 1,000 PS, Ausbesserung und Ausweitung des Kanalprofils) und im September 1894 war das Elektrizitätswerk betriebsbereit.

Schon im Winter 1896/97 mußte eine Erweiterung der Anlage in Erwägung gezogen werden, da der Energiebedarf eine außerordentliche Steigerung erfahren hatte. Am 16. Januar 1899 bewilligte die Gemeindeversammlung einen Kredit von Fr. 165,000.— zur Erstellung einer Dampfanlage von 400 PS, die im Juni 1900 in Dienst genommen wurde. Auch

* Über die Geschichte des Elektrizitätswerkes der Stadt Aarau bestehen zwei Jubiläumsschriften von 1913 und 1933.

andere Lösungen zur Begegnung der vorauszusehenden Energieknappheit standen in Diskussion. Neben der Vergrößerung der bereits bestehenden Ausgleichsakkumulatorenbatterie wurde besonders die Anlage eines Speicherwerkes auf dem Hungerberg erörtert.

Am 15. Mai 1903 wurde der Rückkauf der Fleinerschen Kraft getätigt und zugleich von den Jura-Cement-Fabriken das zur Erstellung eines zweiten Oberwasserkanals notwendige Land zum Preise von Fr. 350,000.— erworben. Bevor man jedoch an eine solche Werkserweiterung heranschreiten konnte, mußten vorerst sämtliche Produktionsmöglichkeiten des alten Kanals ausgenützt werden. Die Genehmigung des Projektes, den Leerlauf* in eine Turbinenkammer umzubauen, machte die Erstellung eines festen Schleusenwehres unbedingt erforderlich. Hand in Hand kamen diese beiden Arbeiten zur Ausführung, sodaß die Zentrale I im Frühjahr 1907 auf 1,500 PS ausgebaut war (zwei Aggregate zu 400 PS, ein Aggregat zu 600 PS und ein Aggregat zu 100 PS).

Von der Ersetzung der wiederum abgenutzten Akkumulatorenbatterie wurde abgesehen, da sich im Laufe des Jahres 1907 der Übergang zum reinen Wechselstrombetrieb vollzog.

Die Entwicklung des Energiebedarfes zeigte aber offensichtlich, daß die Zentrale I in absehbarer Zeit nicht mehr genügen konnte. Die Gemeindeversammlung vom 25. November 1907 stimmte der Erstellung eines zweiten Werkkanales zu und gewährte zur Vergrößerung der kalorischen Anlage, die den Strombedarf für die Zentrale II vorzubereiten hatte, einen Kredit von Fr. 244,000.—. Am 24. November 1908 kam die Dieselanlage mit 750 PS in Betrieb, und im folgenden Jahre mußte eine defekt gewordene Jonvalturbine von 400 PS durch eine Francisturbine (600 PS) ersetzt werden. Die Zentrale I erfuhr damit eine abermalige Leistungsvermehrung von 200 PS.

Die aargauische und solothurnische Konzessionserteilung zur Erstellung eines zweiten Kraftwerkes (für die Zentrale I konnte die Konzession der Erbschaft Fleiner übernommen werden) erfolgte am 17. Februar 1910, nachdem die Erweiterung der Anlage bereits durch den Kredit von Fr. 3,060,000.— (Gemeindeversammlung vom 25. April 1909) finanziert worden war.

---

* Darunter ist die Einrichtung zu verstehen, mit Hilfe derer man den Oberwasserkanal vollständig auslaufen lassen kann.

Die wichtigsten Bestimmungen der aargauischen Verleihung lauten:* «Die Bewilligung zur Ausnutzung der Wasserkraft der Aare erstreckt sich speziell auf:

1. Die Erhöhung der bestehenden drei Schützen des Stauwehres von 1,0 Meter auf 1,52 Meter, den Einbau einer neuen Schütze von 1,52 Meter Höhe in die vierte, bis dahin noch leere Wehröffnung und die Anbringung einer 1,3 Meter hohen Schütze im Schiffsdurchlaß, so daß sämtliche Schützen im geschlossenen Zustande bis auf Kote 372,60 Meter ü. M. reichen werden.
2. Den Bau eines zweiten Kanals mit einer Sohlenbreite von 30 Meter, der mit dem bestehenden Kanal landwärts parallel läuft und von diesem durch einen Damm vollständig getrennt ist.
3. Den Bau eines Turbinenhauses für zwei Erregerturbinen und vier Generatorturbinen nördlich der bestehenden Dampfanlage samt Schiffsschleuse und Regulierschleusen.
4. Die Erweiterung und gleichzeitige Verlängerung des bestehenden Unterwasserkanals.

Zur Wahrung der Interessen des Wasserverkehrs und der Fischerei sind folgende Anlagen zu erstellen:

1. Ein ununterbrochener Reckweg auf dem linken Kanalufer.
2. Fischtreppen oder Fischschleusen beim Stauwehr und beim Turbinenhaus.
3. Eine Schiffsschleuse beim Turbinenhaus.

Das Wasser der Aare darf nur so weit benutzt werden, als dasselbe nicht notwendig ist zur Speisung der im Interesse der Schiffahrt und Fischerei jetzt und in Zukunft zu erstellenden Einrichtungen. Unter allen Umständen muß der Aare unterhalb des Stauwehres eine Wassermenge von mindestens einem Fünfzehntel des gesamten jeweiligen Wasserquantums zugeführt werden.

Der Unterhalt der beidseitigen Aareufer und der Flußsohle wird der Konzessionsinhaberin auf ihre Kosten übertragen und zwar 600 Meter aufwärts und 400 Meter abwärts vom Wehr aus gemessen und 650 Meter oberhalb der Kettenbrücke in Aarau bis 130 Meter unterhalb derselben.»

Ferner sind in der Konzessionsurkunde Vorschriften über die Dauer der Verleihung (83 Jahre), das Heimfalls- und Rückkaufsrecht, die Ab-

* Der Inhalt der solothurnischen Konzession weist nur unwesentliche Abweichungen auf. Vergl. Rechenschaftsberichte der Regierungen der Kt. Aargau und Solothurn.

gabenbelastung der Kantone Aargau und Solothurn nach Maßgabe des Teilverhältnisses von 0,2154 : 0,7846 und die verbilligte Stromabgabe für die öffentliche Straßenbeleuchtung der Gemeinden Nieder-Erlinsbach, Niedergösgen, Eppenberg-Wöschnau enthalten.

Im März 1910 wurden die Bauarbeiten in Angriff genommen, und schon am 15. Dezember des gleichen Jahres war der neue Kanal betriebsbereit. Damit stieg die gesamte Leistung des Werkes auf 8,100 PS. Da die konzedierte Wassermenge von 168 m^3/sek. nur während neun Monaten im Jahre vorhanden war, mußte zur Bewältigung der Stromklemmen die kalorische Anlage herangezogen werden.

In den folgenden Jahren stieg der elektrische Energiebedarf derart,* daß die Stadt Aarau 1918 abermals eine grundlegende Erweiterung ihres Kraftwerkes in Aussicht nehmen mußte. Gestützt auf die zusätzlichen Konzessionen der Kantone Aargau und Solothurn vom 8. August bezw. 2. September 1918 konnte der Stau um einen Meter erhöht und die Betriebswassermenge auf 250 m^3/sek. verwehrt werden. Mit der Verstärkung und Erhöhung des Stauwehres erfolgte gleichzeitig die Auswechslung der einzigen noch aus dem Jahre 1894 stammenden Jonvalturbine durch eine Francisturbine von 1,280 PS, wodurch sich die Leistungsfähigkeit der beiden Zentralen auf 14,800 PS erhöhte.**

Im Laufe der Jahre 1920 bis 1933 erhielt auch das Maschinenhaus II zwei weitere Maschinengruppen, indem die Schiffsschleuse in eine Turbinenkammer umgebaut und der Raum der beiden Erregerturbinen für eine neuartige Propellerturbine benützt wurde.***

1936 ist eine defekte Francisturbine (1,800 PS) der Zentral II ebenfalls durch eine Propellerturbine ersetzt worden, womit sich bei gleichem Wasserbedarf eine Mehrleistung von 400 PS erzielen läßt.**** Die Dieselreserve erfuhr gleichzeitig eine Erhöhung um 2,000 PS.

Das Elektrizitätswerk der Stadt Aarau verfügt heute über insgesamt 13 Maschineneinheiten mit einer installierten Leistung von 18.750 PS.

---

* Verursacht durch den Anschluß der Elektroöfen der Roheisenwerke Öhler & Cie., Aarau und der «Société d'Electrochimie d'Aarau».

** Damit änderte sich auch das Teilverhältnis der beiden interessierten Kantone auf 0,18 : 0.82, da der Aargau nur an der vermehrten Betriebswassermenge partizipiert.

*** Jedes Aggregat erhielt einen eigenen Erregerdynamo.

**** Ein weiteres Aggregat mit diesem Turbinentypus ist im Frühling 1940 in Betrieb genommen worden, und es ist anzunehmen, daß nach und nach alle Maschineneinheiten mit Propellerturbinen ausgerüstet werden.

Neben dem sorgfältigen Ausbau der beiden Zentralen schenkte man aber auch allen übrigen Werkseinrichtungen (Schalt- und Verteilanlagen, Transformatoren usw.) die größte Aufmerksamkeit, indem diese fortwährend auf dem Stande des technischen Fortschrittes gehalten wurden.

Die Bausumme der Kraftanlage beträgt bis Ende 1939 16,5 Millionen Franken, wovon bis zum gleichen Datum 8,5 Millionen Franken amortisiert waren. Die Anschlußwerte (in kWh) und die Energieproduktion (in kWh) weisen folgende Entwicklung auf:*

Jahr:	Beleuchtung	Kraft	Wärme	Elektr. Chemie u. Gemeinden mit Selbstversorgung**	Total	Energieproduktion
1895	300	120			420	1,000,000
1900	450	400			850	2,100,000
1905	850	750			1,600	3,200,000
1910	1,100	1,800	200	120	3,220	5,800,000
1915	1,300	2,900	1,100	2,500	7,800	16,000,000
1920	1,500	4,100	7,500	3,900	17,000	36,500,000
1925	2,300	7,100	16,500	3,800	29,700	37,300,000
1930	3,400	9,800	23,000	5,500	41,700	56,400,000
1935	4,700	12,000	32,000	5,400	54,100	46,200,000
1939	5,200	13,800	41,000	6,500	66,500	61,100,000

In Verbindung mit der vorigen Darstellung des Ausbaues läßt diese Tabelle den gewaltigen Aufstieg des Aarauerwerkes erkennen. Besonders auffallend ist die außerordentliche Vermehrung der Wärmeanschlüsse in den letzten zwei Jahrzehnten. Für das Werk selber ist dies ein Zeichen hoher Verbrauchsintensivierung.

Der nach 1930 eingetretene Rückgang in der Energieproduktion (der tiefste Stand wurde 1933 registriert mit 41,363,600 kWh) war eine Folge der wirtschaftlichen Depression. Im allgemeinen sind jedoch die Elektrizitätswerke krisenunempfindlich. Während sich der Energieumsatz der Aarauer-Zentralen von 1930 bis 1933 um ca. einen Viertel vermindert hat, erfuhren die Stromeinnahmen nur eine Reduktion von ca. 9 %, was auf den Ausfall von minderwertigen Verbrauchskategorien zurückzuführen ist. Das Verhältnis zwischen der installierten Leistung (18750 PS) und dem

* Entnommen aus den Rechenschaftsberichten der Stadt Aarau.

** Darunter fallen die Gemeinden Unterentfelden, Oberentfelden, Obererlinsbach, Niedererlinsbach, Rohr, Reitnau, Attelwil, Mooslerau, Kirchlerau, Muhen, Staffelbach, Hirschtal, Holziken, Wiliberg, Bottenwil, Biberstein, Lungensanatorium «Barmelweid».

Gesamtanschlußwert (66.500 kW) ist ebenfalls ein Zeichen guter Ausnützung der Werkkapazität und intensiver Bewirtschaftung.

In den letzten zehn Jahren betrugen die Stromeinnahmen des Elektrizitätswerkes der Stadt Aarau jährlich 1,9 bis 2,1 Millionen Franken. Wiewohl die Tarifierung in durchaus mäßigen Grenzen gehalten ist (Licht: 25 bis 35 Rp. pro kWh, Kraft: 2,5 bis 9 Rp. pro kWh, Wärme: 6,5 bis 7,5 Rp. pro kWh, Spezialzwecke: 1 bis 2 Rp. pro kWh) vermag das kommunale Unternehmen neben sehr hohen Abschreibungen und Erneuerungen jährlich 600,000 bis 800,000 Franken in die Polizei- und Stadtkasse abzuliefern.

2. Die «Städtischen Werke Baden».*

Im Gegensatz zu dem Elektrizitätswerk der Stadt Aarau, das von Anfang an ein öffentliches Unternehmen war, geht der Ursprung der «Städtischen Werke Baden» auf private Initiative zurück.

Nach umfangreichen Verhandlungen mit den Kantons- und Gemeindebehörden** und den Gründern der Firma Brown,Boveri & Cie., A. G., die den Anschluß an eine Wasserkraft suchten, konstituierte sich am 8. Mai 1891 die «Elektrizitätsgesellschaft Baden» mit einem Aktienkapital von 350,000 Franken, an dem sich die Gemeinde mit einem Viertel beteiligen konnte, und einem Obligationendarlehen von 300,000 Franken. Diese Geldmittel dienten zur Finanzierung des Elektrizitätswerkes «Kappelerhof». Die Übernahme des Gaswerkes und die Erstellung des Elektrizitätswerkes «Aue» bedingten eine Erhöhung des Gesellschaftskapitales (das Aktienkapital wurde 1907 auf 1,5 Millionen Franken und die Obligationenschuld 1908 auf 2,25 Millionen Franken erhöht. Außerdem diente ein 1906 aufgenommener Hypothekarkredit von 500,000 Franken zum Erwerb der Kraftzentrale und der abgebrannten Gebäude der Spinnerei Spörri).

Durch den Kaufvertrag vom 29. August 1917, genehmigt von der Gemeindeversammlung vom 24. Oktober desselben Jahres, erwarb die Stadt Baden das Gesamteigentum an Immobilien und Mobilien der «Elektrizitätsgesellschaft Baden» und gründete gleichzeitig die «Städtischen Werke

* Quelle: Rechnungs- und Geschäftsberichte.

** Die Bewilligung zur Benützung der Staatsstraßen für elektrische Leitungen wurde am 4. April 1891 erteilt. Am 5. April 1891 wurde der Vertrag zwischen der Gemeinde Baden und der «Elektrizitätsgesellschaft Baden» zur alleinigen Licht- und Kraftverteilung auf die Dauer von 25 Jahren abgeschlossen.

Baden» (St. W. B.), ein reines Kommunalunternehmen, das neben der Elektrizitätsversorgung das Gas- und Wasserwerk in sich vereinigt.

Der Totalübernahmepreis betrug 5,25 Millionen Franken, wovon 3,654,000 Franken auf die beiden Kraftzentralen (inkl. Verteilungsanlagen) entfielen. Das Aktienkapital wurde in ein Bankdarlehen umgewandelt und die noch bestehende Hypothekarschuld von ca. 420,000 Franken durch eine Erhöhung des Obligationenkapitals konsolidiert, das 1935 von einem Kredit der «Basler Lebensversicherungsgesellschaft» im Betrage von drei Millionen Franken abgelöst worden ist.

Die Bausumme der beiden Eelektrizitätswerke (inkl. Verteilungsanlagen) beziffert sich am 31. Dezember 1939 auf ca. 10 Millionen Franken, die bis zum gleichen Datum auf 3,3 Millionen Franken abgeschrieben ist. Der Sinn und Zweck dieser außerordentlich hohen Amortisationen besteht in der Vorbeugung gegen die ununterbrochenen Entwertungen infolge des technischen Fortschrittes.

Sowohl die Entwicklung der «Elektrizitätsgesellschaft Baden» als diejenige der «St. W. B.» ist gekennzeichnet durch den gewaltigen Aufstieg von Brown, Boveri & Cie. A. G., da, im Vergleich zum E. W. der Stadt Aarau, die Kraftanschlüsse vorherrschen.

Jahr	Beleuchtung (kW)	Kraft (kW)	Wärme (kW)	Total (kW)	Energieproduktion (kWh)
1918*	1,333	9,485	1,477	12,295	7,180,850
1920	1,513	10,375	3,608	15,496	10,864,580
1925	1,973	14,151	4,848	20,972	16,153,540
1930	3,159	20,508	8,889	32,556	22,180,720
1935	4,057	21,451	12,649	38,157	20,189,600
1939	4,217	22,266	13,786	40,269	27,797,300

Der Rückschlag in der Energieproduktion während des Konjunkturabstieges von 1930 bis 1934 war bedeutend geringer als beim Elektrizitätswerk der Stadt Aarau. Die «St. W. B.» erreichten den tiefsten Stand im Jahre 1932 mit rund 19 Millionen kWh. Sowohl der Stromumsatz als dessen Einnahmen weisen 1932 eine Verminderung von ca. 13 % auf, eine Erscheinung, die typisch den Verbrauchsverhältnissen der «St. W. B.» entspricht. Der Energieumschlag wurde nicht durch den Ausfall von minderwertigen Konsumkategorien, sondern durch die Abnahme des Kraftstrom-

* In den Geschäftsberichten der «Elektrizitätsgesellschaft Baden» sind leider keine Ziffern über Anschlußwerte und Energieerzeugung vorhanden.

bezuges der Firma Brown, Boveri & Cie., A. G., die besonders von der wirtschaftlichen Wechsellage in Mitleidenschaft gezogen worden ist, reduziert. Der verhältnismäßig geringere Anteil der Wärmeanschlüsse gegenüber dem Aarauer-Werk resultiert aus der sehr hohen Verwendung des Produktionsvolumens.

War schon die «Elektrizitätsgesellschaft Baden» auf Fremdstrombezug angewiesen, so ist die Energiequote aus den Werken der «Nordostschweizerischen Kraftwerke» (NOK), trotz des fortwährenden Ausbaues der beiden Zentralen des «St. W. B.», von 140,000 kWh im Jahre 1919 auf 2,780,000 kWh im Jahre 1939 gestiegen. Geht die Entwicklung in dieser Richtung weiter, verbunden mit einer gleichzeitigen Steigerung der Anschlußwerte, so wird die Stadt Baden bald an einen neuen Kraftwerkbau heranschreiten müssen, für den die Vor- und Projektionsarbeiten bereits getätigt sind.*

Die Stromeinnahmen der «St. W. B.» bewegen sich während den letzten zehn Jahren innerhalb 1,2 und 1,5 Millionen Franken, was, im Vergleiche zum Elektrizitätswerk der Stadt Aarau,** auf einen qualitativ hoch stehenden Energieverbrauch schließen läßt. Obwohl die Preise pro kWh normal gestaltet sind (Licht: 15 bis 35 Rp. pro kWh, Kraft: 3 bis 10 Rp. pro kWh, Wärme: 4 bis 7 Rp. pro kWh) und sehr starke Abschreibungen vorgenommen wurden, waren die «St. W. B.» von 1925 bis 1939 in der Lage, der Stadtkasse jährlich 100,000 bis 150,000 Franken abzuliefern.

a) Das Elektrizitätswerk Kappelerhof.

Schon am 29. April 1890 ist den Initianten der «Elektrizitätsgesellschaft Baden» vom aargauischen Regierungsrat die Konzession erteilt worden: «Unter den nötigen sichernden Bedingungen unterhalb Baden am linken Ufer der Limmat, im Kappelerhof, einen Kanal von 600 Meter Länge mit zwei bis drei Turbinen zu erstellen und das Wasser zur Erzeugung von Kraft für Elektrizität zu Beleuchtungs- und andern industriellen Zwecken benützen zu dürfen».***

Nach ca. einjähriger Bauzeit konnte das Werk im Oktober 1892 dem Betrieb übergeben werden (eine Maschineneinheit mit 160 PS). Für den

---

* Es besteht ein Projekt, die Gefällsstufe «Schiffmühle», Turgi bis und mit Stauquote des Kappelerhofwerkes auszunützen. Die Stadt Baden besitzt das Vorkaufsrecht auf die Konzession dieser Strecke.

** Energieproduktion 1939: 61 Millionen kWh, Einnahmen: 2,1 Millionen Franken.

*** Geschäftsbericht des aarg. Regierungsrates 1891.

spätern Ausbau der Zentrale war natürlich der rasche Aufstieg von Brown, Boveri & Cie., A. G. mitbestimmend. Schon 1896 waren die vier vorgesehenen Turbinenkammern mit den entsprechenden Aggregaten besetzt, sodaß das Werk über eine installierte Leistung von 640 PS verfügte. Gleichwohl drohte die Energieversorgung in den folgenden Jahren knapp zu werden, obschon Brown, Boveri & Cie., A. G. einen Teil ihres Kraftbedarfes aus der eigenen Dampfanlage deckte.

Die Ersetzung des Nadelwehres durch ein Schleusenwerk (1897/99) erhöhte das ausbeutbare Gefälle auf max. 3,5 Meter und damit auch die Leistungsfähigkeit der ganzen Zentrale. 1898 wurde zur Überwindung der Wasserklemmen eine Dampfmaschineneinheit von 350 PS eingebaut. * Den von Jahr zu Jahr sich steigernden Belastungen konnte das Werk aber in keiner Weise mehr genügen. 1902 wurde zwischen der «Elektrizitätsgesellschaft Baden» und dem neuerstellten Elektrizitätswerk «Beznau» («Motor A. G.») ein Stromlieferungsvertrag abgeschlossen, der bis 1909 (Inbetriebnahme des Elektrizitätswerkes «Aue») in Kraft blieb.

Mit der Auswechslung der Turbinen und Generatoren (1918 bezw. 1925) ist die noch heute bestehende Kapazität der Zentrale erreicht worden. Mit einer installierten Leistung von 1,600 PS erzeugte das Werk bei guter Ausnützung jährlich 7 Millionen kWh. Der Investitionswert beträgt bis Ende 1939 rund 2 Millionen Franken, die am gleichen Stichtage auf 400,000 Franken abgeschrieben waren.

Eine Erweiterung des Elektrizitätswerkes Kappelerhof könnte nur mit unverhältnismäßig hohen Kosten durchgeführt werden. Eine Gefällserhöhung ist wegen dem sich unmittelbar an der obern Stauquote befindenden Kraftwerk der Firma Oederlin & Cie. zum vornherein ausgeschlossen, und der Ausbau auf das Jahresmittel würde eine Ausweitung der Kanalprofile (ca. 700 Meter Länge) erfordern.

*b) Das Elektrizitätswerk Aue.***

Im Jahre 1905 erwarb die «Elektrizitätsgesellschaft Baden» die Kraftanlage der 1904 abgebrannten Spinnerei Spörri. Die Studien über den zweckmäßigen Um- und Ausbau dieses Wasserwerkes, das mit 3 alten Jonvalturbinen zu je 120 PS ausgerüstet war, sind von der «Motor A. G.» durchgeführt worden.

* 1925 wurde dieses Dampfaggregat wieder beseitigt.

** Dieses Werk wurde 1910 in der Schweiz. Bauzeitung, Band LVI, Nr. 8 und 9 beschrieben.

Die Bauarbeiten dauerten von 1907 bis 1909. Das Grund- und Streichwuhr wurde durch ein Schleusenwehr ersetzt, woraus sich ein Nutzungsgefälle von ca. 5,2 Meter ergab. Die drei einzusetzenden Maschinengruppen erforderten einen vollständigen Umbau der alten Zentrale. Die Anlage des Ein- und Auslaufkanales blieb dieselbe.

Die Inbetriebsetzung der Anlage mit vorerst zwei montierten Aggregaten zu je 1,200 PS erfolgte im Juli 1909. Eine Stauerhöhung von 40 cm, wodurch sich die Leistung pro Maschineneinheit um 150 PS vermehrte, konnte 1923 von der Regierung des Kantons Aargau mittelst einer Zusatzkonzession erwirkt werden.

Eine Verdoppelung der Kapazität erfuhr die Zentrale durch die Indienstnahme des dritten Maschinensatzes (1925). Damit wurde der Ausbau auf das Jahresmittel der Wasserführung und der heutige Stand dieses Elektrizitätswerkes erreicht (5,600 PS). Eine Erweiterung der Anlage ist nicht möglich, da die Kanalverhältnisse dies nicht gestatten und eine Gefällserhöhung eine Einstauung des Auslaufstollens des Kraftwerkes der Stadt Zürich bei Wettingen zur Folge hätte.

Bis Ende 1939 beträgt der Investitionswert des Kraftwerkes «Aue» rund 2,7 Millionen Franken, dem ein Bilanzwert (Dezember 1939) von 1,24 Millionen Franken gegenübersteht. Während 30 Jahren ist demnach eine Abschreibung von 50 % vorgenommen worden.

Sowohl die Zentrale Kappelerhof wie das Elektrizitätswerk Aue sind im Laufe der Zeit sämtlichen, den rationalen Betrieb fördernden Einrichtungen teilhaftig geworden (Fernsteuerung des Schleusenwerkes, automatische Belastungsregulierung, Limnigraphen usw.).

Die ausgleichende Wirkung des Etzelwerkes auf die hydrographischen Verhältnisse der Limmat (die ganz kleinen Winterwasserstände sind verschwunden) hat das mögliche Produktionsvolumen sämtlicher an diesem Fluße liegenden Kraftwerke wesentlich gehoben.* Die beiden Zentralen der «St. W. B.» verfügen heute über eine jahresdurchschnittlich mögliche Energieerzeugung von ca. 35 Millionen kWh, von denen aber 1939 erst 27,8 Millionen kWh dem Verbrauche zugeführt werden konnten.

---

* Vergl. S. 69.

3. Das Elektrizitätswerk der Stadt Brugg.*

Die Gemeindeversammlungen vom 24. August und 19. Dezember 1890 bewilligten die nötigen Kredite zur Erstellung eines Elektrizitätswerkes, das die Gefällsstrecke der Aare von Altenburg bis Brugg (2,5 bis 3 Meter) ausbeutet.

Nachdem der aargauische Regierungsrat die grundsätzliche Bewilligung zum Ausbau dieser Flußstufe erteilt hatte, wurden die Bauarbeiten im Frühling 1891 unverzüglich aufgenommen. Ungünstige Wasserstände verzögerten die Fertigstellung des 1,5 Kilometer langen Einlaufkanales am rechten Aareufer.

Am 12. November 1892 erfolgte die Inbetriebsetzung des Werkes, das vorerst mit zwei Maschineneinheiten von je 175 PS ausgestattet war. Der Strombedarf überschritt aber in kurzer Zeit die Leistungsfähigkeit der Anlage. Da man vom Bezuge fremder Energie unabhängig sein wollte, mußten Mittel und Wege gesucht werden, um den hauptsächlich im Winter auftretenden Stromklemmen zu begegnen. In den Jahren 1893 bis 1894 wurde die Kapazität der Anlage durch die Errichtung einer Stauwand über die Aare beim Kanalleinlauf (Gefällserhöhung 60 cm), die Erhöhung der Kanalmauer und die Einsetzung des dritten Aggregates wesentlich gehoben. Das stetige Anwachsen des Licht- und Kraftbedarfes brachte das Werk in kurzen Zeit wieder an die Grenze seiner Leistungsfähigkeit. Zur Spitzenregulierung wurde 1895 eine große Akkumulatorenbatterie angeschafft, der die Erstellung einer Dampfreserve von 300 PS folgte (1898). Diese Maßnahmen reichten jedoch bei weitem nicht aus, den fortwährend sich steigernden Stromkonsum zu befriedigen, umsomehr als sich seit der Eröffnung des Kraftwerkes mehrere sich entfaltende industrielle Unternehmen in Brugg niedergelassen haben (Maschinenfabrik Müller & Cie., Kabelwerke Brugg A. G., Wartmann & Valette, Zementfabrik Hunziker u. a. m.).

Um den Energiekonsum für eine Erweiterung der Zentrale vorzubereiten, wurde im Jahre 1906 zwischen der Gemeinde Brugg und der «Motor A. G.» ein Vertrag über den Bezug elektrischer Kraft aus dem Werk Beznau abgeschlossen. Von einem systematischen Ausbau der Anlage mußte infolge des vom Kanton genehmigten Projektes (1911)

* Lit.: Dr. H. Siegrist: Wirtschaftliche Bestrebungen und Gründung des E. W. Brugg, Dr. S. Heuberger: Brugg in den Jahren 1892 bis 1917. Rechenschaftsbericht des Gemeinderates Brugg.

der Firma Locher & Cie., Zürich, das die Gefällsstrecke der Aare von Wildegg bis Brugg ausbeuten sollte, abgesehen werden.* Da dieses Großkraftwerk noch nicht zur Ausführung gelangt ist, haben die bis heute in der Zentrale Brugg gemachten Erneuerungen, Verbesserung der Sporrenstauwand (1917/18), Auswechslung der Turbinen und Generatoren (1923, 1926, 1938/39 lediglich provisorischen Charakter.

Der durch das Projekt Wildegg-Brugg** gehemmte Ausbau des überalteten Kraftwerkes der Stadt Brugg (heute immer noch auf die minimale Wasserführung ausgerichtet), kommt deutlich in den außerordentlich hohen Fremdstrombezügen zum Ausdruck (in kWh):

Jahr	Erzeugung in der Zentrale	Bezug vom A. E. W.***	Energieabgabe total
1915	1,349,000	681,000	2,030,000
1920	1,996,000	2,131,000	4,127,000
1925	3,238,000	1,824,000	5,062,000
1930	3,871,000	1,735,000	5,605,000
1935	4,327,000	1,446,000	5,773,000
1939	5,041,000	1,227,000	6,268,000

Aus diesen Zahlen ist ersichtlich, daß die Stadt Brugg bemüht war und es heute noch ist, unter den gegebenen Umständen aus ihrem eigenen Kraftwerk das Mögliche herauszuholen, umsomehr als die kalorische Anlage zufolge der hohen Produktionskosten (50 Rp pro kWh) im Jahre 1935 still gelegt wurde. Die 1939 eingesetzte Maschineneinheit (Propellerturbine) erhöhte die hydraulisch installierte Leistung der Zentrale auf ca. 1,500 PS. Die mögliche Energieerzeugung beträgt 6,5 Millionen kWh. Die investierte Bausumme von 1,27 Millionen Franken (31. Dezember 1939) ist bis auf 178,000 Franken abgeschrieben. Obwohl die Energiepreise ähnlich wie bei den «St. W. B.» gestaltet sind, bewegten sich die Zuschüsse des Elektrizitätswerkes der Stadt Brugg in die Polizei- und Gemeindekasse von 1925 bis 1939 zwischen 15,000 bis 20,000 Franken.

* Die Ausführung des Kraftwerkes Wildegg-Brugg hätte eine Außerbetriebsetzung des Brugger-Werkes zur Folge.

** Die Konzession befindet sich heute in den Händen der «Aarewerke A. G.».

*** Abkürzung für «Aargauisches Elektrizitätswerk».

Die Anschlußwerte (in kW) weisen folgende Entwicklung auf:

Jahr	Beleuchtung	Kraft	Wärme	Total
1920	835	1,897	877	3,205
1925	600	2,240	1,590	4,430
1930	565	2,870	2,362	5,797
1935	712	3,580	3,637	7,929
1939	844	3,892	4,252	8,988

Der Rückgang der Beleuchtungsanschlußwerte von 1925 bis 1930 ist auf die Verwendung der Halbwattlampen zurückzuführen. Die Stromeinnahmen lassen keine Wirkung der wirtschaftlichen Depression von 1930 bis 1933 erkennen. Sie schwankten während den letzten zwei Jahrzehnten zwischen 400,000 und 450,000 Franken.

4. Das Kraftwerk Augst des Kantons Basel-Stadt.*

Im Jahre 1896 reichte die Regierung des Kantons Basel-Stadt bei der aargauischen und basellandschaftlichen Baudirektion sowie bei den Behörden des Großherzogtums Baden ein Gesuch für die Erstellung eines Kraftwerkes bei Kaiseraugst ein. Die daraufhin in Bern stattgefundene Konferenz von Vertretern des Bundes und der beteiligten Kantone verlief ergebnislos, da die aargauische Regierung, mit Rücksicht auf die internationalen Verträge über das Kraftübertragungswerk Rheinfelden und im Interesse der beiden Projekte Rheinfelden (untere Gefällsstufe) und Laufenburg, vorerst Bericht haben wollte, welche Stellung die großherzoglich-badischen Behörden gegenüber dem Augsterwerk einnehmen werden.

Am 28. Oktober 1897 wurden die Verhandlungen in Basel wieder aufgenommen. In der dazu einberufenen Konferenz sind die vorgelegten Pläne nach der Besichtigung der projektierten Baustelle grundsätzlich gutgeheißen worden. Die aargauische Klausel, daß das eventuell zu erbauende zweite Kraftwerk in Rheinfelden unter keinen Umständen angestaut werden darf, sowie die schwerwiegenden Bedingungen, die der Kanton Baselland stellte, scheinen allerdings für die Ausführung des Projektes nicht förderlich gewesen zu sein, indem die Stadt Basel eine kalorische Kraft-

* Das Kraftwerk Augst ist Eigentum des Kantons Basel-Stadt, wird aber vom «Elektrizitätswerk Basel» (Einwohnergemeinde Basel) verwaltet.

station an der Voltastraße erstellen ließ, die am 4. November 1899 in Betrieb kam. Diese Gasmotorenanlage mit einer installierten Leistung von 830 kW wurde 1904 durch eine Dampfmaschinengruppe um 900 kW verstärkt.

Der gewaltig sich steigernde Energiebedarf zwang aber den Kanton Basel-Stadt die Projektstudien über ein Großkraftwerk bei Augst von neuem aufzunehmen, wollte er nicht vollständig vom Fremdstrombezug abhängig werden.

In Vereinbarung mit der Kraftübertragungswerke Rheinfelden A. G. wurde den an der Gewässerstrecke beteiligten Kantonen und dem Großherzogtum Baden im Dezember 1903 ein Projekt vorgelegt, das sich von den ersten Studien dadurch unterschied, daß der Rhein von Augst bis zum bestehenden Werk Rheinfelden gestaut werden sollte. Die vorgesehene installierte Leistung betrug 44,000 PS (Hälfteanteil Schweiz: 22,000 PS). Diesem Projekt wurde von den konzedierenden Regierungen große Aufmerksamkeit zuteil, da es die Ausbeutung der Rheinwasserkräfte durch die Erstellung einer badischen und schweizerischen Zentrale auch äußerlich in zwei Teile schied.

Wegen den beträchtlichen Forderungen, die der Kanton Baselland an das zu erstellende Elektrizitätswerk stellte, verzögerten sich die Vorverhandlungen zur Konzessionserteilung um mehr als drei Jahre. Nachdem noch ein drittes Projekt ausgearbeitet worden war, das die Maschinenzentralen auf aargauischem Gebiet vorsah, wodurch die Interessen von Baselland dahingefallen wären, wurde die grundsätzliche Bewilligung zum Bau und Betrieb des Kraftwerkes Augst-Wyhlen im gegenseitigen Einverständnis der Verleihungsbehörden am 20. April 1907 erteilt. Die Finanzierung durch den Kanton Basel-Stadt und die Kraftübertragungswerke Rheinfelden A. G. erfolgte noch im gleichen Jahre.

Nach einer vierjährigen Bauzeit konnte die Kraftanlage Augst-Wyhlen am 1. September 1912 definitiv dem Betrieb übergeben werden. Die Gefällsstreckenanteile verteilten sich wie folgt: Großherzogtum Baden 50 %, Kanton Aargau 42,2 %, Baselland 7,8 %. Der Energieabsatz ist im Kanton Basel-Stadt durch den Bezug von Fremdstrom (Verträge mit der Kraftübertragungswerke Rheinfelden A. G. und dem Elektrizitätswerk Wangen a/A.*) so weit gefördert worden, daß bei der Indienstnahme des Augsterwerkes bereits drei Viertel der installierten Leistung voll beansprucht wurden. Im Frühling 1941 waren alle zehn Maschineneinheiten

* Diese Verträge wurden mit der Inbetriebnahme des Augsterwerkes hinfällig.

mit einer Kapazität von max. 24,000 PS und einem Produktionsvolumen von ca. 115,000,000 kWh eingesetzt.

Der Elektrizitätsbedarf der Kriegs- und Nachkriegsjahre vermehrte sich derart, daß sowohl die Leistungsfähigkeit der Zentrale Augst wie die 1909 bis 1912 um 5,000 kW verstärkte kalorische Reserve nicht mehr genügten. Mit einigen Zahlen soll diese gewaltige Entwicklung hier dargestellt werden.*

Anschlußwerte (in kW):

Jahr	Beleuchtung	Motoren	Wärme	Total
1910	5,900	7,100	200	13,200
1915	10,100	16,400	2,000	28,500
1920	15,400	23,100	12,200	50,700
1925	18,100	31,200	22,300	71,600
1930	25,400	49,500	43,800	118,700
1935	32,600	70,600	68,400	171,600
1939	35,600	80,100	85,000	200,700

Jahr	Anzahl der Abonnemente	Totale Energieproduktion (inkl. Fremdkraft)	Jahres-Einnahmen
1910	3,200	11,500,000	1,100,000
1915	10,100	45,100,000	3,200,000
1920	40,300	91,000,000	8,000,000
1925	52,000	114,000,000	9,500,000
1930	75,800	168,300,000	10,700,000
1935	96,800	206,900,000	12,500,000
1939	102,800	225,000,000	11,500,000

1918 erhielt die kalorische Anlage eine weitere Verstärkung von 5,000 kW. Auch die Leistungsfähigkeit des Kraftwerkes Augst konnte durch die im gleichen Jahre provisorisch bewilligte Stauerhöhung wesentlich gesteigert werden. Beide Maßnahmen reichten aber nicht aus, die rapide Entwicklung des Energiebedarfes zu bewältigen. Schon im Oktober 1919 schloß das Elektrizitätswerk Basel mit den B. K. W.** einen Vertrag über die Lieferung von Spitzenkraft ab. Dadurch wurde eine intensive Ausnützung der Zentrale Augst gewährleistet, indem diese nur noch den Konstantbedarf zu übernehmen hatte. Um infolge der fortwährend zunehmenden Fremdstrombezüge die Selbständigkeit des öffentlichen Unternehmens

* Die Zahlen sind den Geschäftsberichten entnommen.

** Abkürzung für «Bernische Kraftwerke A. G.».

nicht zu gefährden, beteiligte sich 1928 das Elektrizitätswerk Basel mit einem Sechstel am Aktienkapital der «Kraftwerke Oberhasli A. G.».* Damit wurde es möglich, daß der Kanton Basel-Stadt 85 bis 90 % seines Energiebedarfes aus eigenen Anlagen deckt. Die Stromabgabe gestaltete sich 1938 wie folgt: Kraftwerk Augst 147 Millionen kWh, Kraftwerk Oberhasli A. G. 47,5 Millionen kWh, Fremdstrombezug 21,5 Millionen kWh, Dampfkraftwerk Voltastraße 1,5 Millionen kWh.

Während die Anschlußwerte bis Ende 1939 auf über 200,000 kW angestiegen sind (Beleuchtung 35,600 kW, Motoren 80,100 kW, Wärme und Apparate 85,000 kW) hat sich bis zum gleichen Datum die Zahl der Abonnemente gegenüber 1925 verdoppelt (102,800).

Der sehr hohe Strombezug auf der Zentrale Augst läßt eine restlose Ausnützung deren Produktionskapazität erkennen, die nur durch eine wirksame Erzeugungs- und Verbrauchsregelung zu erzielen war (Intensivierung des Konsums, Heranziehung von Spitzenenergie aus Hochdruckwerken). Vermutlich wird die kalorische Anlage an der Voltastraße in absehbarer Zeit außer Betrieb gesetzt.

Das Kraftwerk Augst besitzt heute eine installierte Leistung von 30,000 PS (10 Francisturbinen zu 3,000 PS). Den Baukosten von ca. 13 Millionen Franken (inkl. Hälfteanteil des Stauwehres und Uferbauten) steht 1939 ein bilanzmäßiger Buchwert von 1,8 Millionen Franken gegenüber.

Zahlte man in Basel 1909 noch 40 bis 45 Rp. pro kWh Licht- und 10 bis 11 Rp. pro kWh Motorenenergie, so betragen die entsprechenden Preise für das Jahr 1939 20 bis 25 Rp. bezw. 5 bis 7 Rp. pro kWh. Noch niedriger ist die Tarifierung für Wärmezwecke (3 bis 4 Rp. pro kWh).

Neben dieser starken Amortisation und Preisdegression stieg der Reinertrag (Ablieferung an die Staatskasse, deren gewährte Kredite bis auf 2,8 Millionen Franken zurückbezahlt sind) von 240,000 Franken im Jahre 1915 auf 5,43 Millionen Franken im Jahre 1939.

5. Das Kraftwerk Wettingen, des E. W. Z.**

1916 reichte die Firma Locher & Cie. bei den Kantonen Zürich und Aargau ein Konzessionsgesuch für ein Kraftwerk ein, das die Gefällsstrecke

* Die Beteiligung des Elektrizitätswerkes Basel beträgt sechs Millionen Franken.

** Abkürzung für «Elektrizitätswerk der Stadt Zürich». Quellen: Dir. W. Trüb: Das E. W. Z., Geschäftsberichte, Regierungsratsberichte.

der Limmat von Wettingen bis Dietikon ausnützen sollte. Die Prüfung des Projektes durch die beiden kantonalen Baudirektionen ergab, daß die Gesuchstellerin vorerst die Ausweise und Unterlagen beschaffen sollte für eine Kanalisierung der Limmat zum Zwecke der Großschiffahrt von Baden bis Zürich. Am 30. Juli 1918 ließ die Konzessionsbewerberin die umgearbeiteten Pläne den Verleihungsbehörden zukommen. Die wirtschaftliche Depression der Jahre 1919 bis 1921 hatte aber eine lähmende Wirkung auf die Weitergestaltung des Projektes. Erst 1924 sind von der Stadt Zürich, die im gleichen Jahre mit der Firma Locher & Cie. einen Vertrag über die Abtretung der geleisteten Vorarbeiten abgeschlossen hatte, die Konzessionsverhandlungen wieder aufgenommen worden. Das definitive Konzessionsprojekt für das Limmatwerk Wettingen wurde am 5. Januar 1927 der aargauischen und zürcherischen Baudirektion zugestellt. Die Studien über verschiedene Werkvarianten mit kürzern und längern Seitenkanälen hatten ergeben, daß das Stauseeprojekt wirtschaftlicher und bauwürdiger war.

Am 1. Januar 1930 wurde der Stadt Zürich von den an der Gewässerstrecke beteiligten Kantonen* die Konzession erteilt. Entgegen früheren Annahmen, den Bau des Kraftwerkes Wettingen noch um einige Jahre zu verschieben, führten die gespannten Verhältnisse auf dem Energiemarkt des E. W. Z. zur sofortigen Inangriffnahme. Die Gemeindeabstimmung vom 26. Mai 1930 genehmigte mit 24,034 Ja gegen 1,202 Nein das vom Großen Stadtrat empfohlene Projekt samt Kostenvoranschlag und bewilligte den nötigen Baukredit von 20,5 Millionen Franken.

Nach einer Bauzeit von zweieinhalb Jahren konnte das mit allen technischen Erneuerungen ausgerüstete Limmatwerk Wettingen am 19. Januar dem Betrieb übergeben werden. Stauwehr und Maschinenhaus stehen in einer Flucht, unmittelbar oberhalb der Eisenbahnbrücke in Wettingen und stauen die Limmat bis zur Reppischmündung bei Dietikon (Ausnutzbares Gefälle 21 bis 23 Meter). Die Fortleitung des Betriebswassers durch einen Ablaufstollen von ca. 400 Meter Länge und einem Gefälle von 3,5 Meter, der die Flußschleife, die um das Kloster Wettingen führt, abschneidet, reduziert die Empfindlichkeit der Energieproduktion gegenüber Hochwasser auf ein Minimum. Jede der vier Wehröffnungen besitzt eine automatische Stauklappe zur Einhaltung der in der Konzession vorgeschriebenen Oberwasserspiegel-Kote.

* Der Gefällsstreckenanteil des Kantons Aargau beträgt 80 %, derjenige des Kantons Zürich 20 %.

Die installierte Leistung des Kraftwerkes beträgt 32,100 PS (3 Kaplanturbinen zu 10,700 PS) und das mögliche Erzeugungsvolumen pro Jahr schwankt zwischen 150 bis 160 Millionen kWh.

Der Ausbau liegt weit über dem Jahresmittel der Wasserführung (die drei Turbinen haben eine Schluckfähigkeit von insgesamt 120 m^3/sek.), sodaß zu Zeiten der niedrigsten Wasserstände nur ein Aggregat voll in Betrieb gehalten werden kann.

Die Erstellungskosten der Anlage beliefen sich auf total 19,375,000 Franken, von denen bis Ende 1939 rund 4 Millionen Franken abgeschrieben waren. Die Unterschreitung der Bausumme gegenüber dem Kostenvoranschlag ist auf die in jeder Beziehung günstige Gefällsstufe zurückzuführen. Da die Limmat von Dietikon bis Wettingen ein tief eingeschnittenes Flußbett aufwies, waren weder umfangreiche Dammbauten noch ausgedehnte Uferkorrektionen notwendig. Zudem lag die Baustelle unmittelbar an der Bahnstrecke Baden-Zürich und die Verhältnisse auf dem Kapitalmarkte erlaubten eine verhältnismäßig vorteilhafte Finanzierung.

Die Ausführung des Elektrizitätswerkes Wettingen machte die Stilllegung von nicht weniger als drei alten Wasserkraftanlagen notwendig, die den Energiebedarf von industriellen Unternehmungen deckten (Kraftwerk «Kessel» mit 600 PS der Seidenzwirnerei Th. Wettstein in Oetwil und der Gesellschaft für elektrochemische Industrie in Turgi, oberes und unteres Kraftwerk mit 850 bezw. 500 PS der Baumwoll-Spinnerei und -Weberei Wettingen A. G. in Wettingen). Diese kleinen Anlagen sind von der Stadt Zürich aufgekauft und abgebrochen worden.

Die wichtige Stellung des Limmatwerkes in der elektrischen Energieversorgung der Stadt Zürich geht daraus hervor, daß diese Zentrale heute ca. zur Hälfte an der Eigenerzeugung des E. W. Z. (1938: 324,897,000 kWh) partizipiert. Die Verbindung mit leistungsfähigen Akkumulieranlagen (Albulawerk, Heidseewerk, Wäggitalwerk*) ermöglicht eine weitgehende Produktionsregelung und eine fast restlose Ausnützung der Produktionskapazität des Wettinger-Werkes (ca. 160,000,000 kWh). Durch eine wirksame Korrektur des Limmatabflußes könnte natürlich das Erzeugungsvolumen dieser Anlage noch erheblich vergrößert werden.

Wie die schon behandelten städtischen Werke, so kann auch das E. W. Z. auf eine gewaltige Entwicklung zurückblicken. Unter Hinweis auf die bis heute erschienenen Schriften** beschränke ich mich an dieser

* Die Beteiligung des E. W. Z. am Aktienkapital und an der Produktion dieses Werkes beträgt 50 %.

** Diss. Th. Keller: Das E. W. Z., Dir. W. Trüb: Das E. W. Z.

Stelle auf die Darstellung der wichtigsten Aufstiegsdaten. Die Anschlußwerte haben folgende Vermehrung erfahren (in kW):

Jahr	Beleuchtung	Motoren	Wärme	Total
1905	4,034	3,240	174	7,448
1910	7.450	10,900	570	18,920
1915	15,380	15,615	2,935	33,930
1920	29,500	24,363	19,341	73,204
1925	37,128	34,947	29,597	101,672
1930	51,623	44,575	65,150	161,348
1935	70,391	61,555	145,921	277,867
1938	73,543	65,521	166,670	305,734

Die gewaltige Steigerung der Wärmeanschlüsse von 1925 bis 1935 läßt eine Intensivierung und Anpassung des Konsums an die Werkskapazitäten erkennen. Die Gliederung und Erhöhung des Energieumsatzes weisen nachstehende Entwicklung auf (in kWh):

Jahr	Eigenerzeugung	Fremdstrombezug	Totalumsatz
1905	2,610,000	4,390,000	7,700,000
1910*	28,936,000	4,269,000	33,205,000
1915	83,080,000	5,384,000	90,784,000
1920**	83,772,000	38,120,000	121,892,000
1925***	144,670,000	42,474,000	187,144,000
1930	201,351,000	76,332,000	277,683,000
1933****	246,811,000	35,032,000	281,843,000
1938	338,871,000	29,524,000	368,395,000

Diese Zahlen zeigen, wie sich das kommunale Elektrizitätswerk aus kleinen Anfängen (Lettenwerk in Zürich) zum Großunternehmen, das über mehrere Großkraftwerke verfügt, emporgearbeitet hat. Die enorme Steigerung des elektrischen Energiebedarfes stellte das E. W. Z. 1907 vor die Alternative, ein Sekundärwerk zu werden oder die Eigenerzeugung auszudehnen. Man hat sich zu letzterem entschlossen und in weitsichtiger Art das heute sich in hohem Maße sich ergänzende Werksystem geschaffen. Besonders durch die Erstellung der Wettinger-Zentrale konnte der Fremdstrombezug (1931: 58 Millionen kWh, 1932: 75 Millionen kWh) wesentlich

* Inbetriebnahme des Albula-Werkes.
** Inbetriebnahme des Heidseewerkes,
*** Inbetriebnahme des Wäggitalwerkes.
**** Inbetriebnahme des Limmatwerkes Wettingen.

zurückgedämmt werden (1935: 14 Millionen kWh, 1936: 11 Millionen kWh, 1937: 12 Millionen kWh, 1938: 30 Millionen kWh). Geht die Entwicklung in dieser Richtung weiter, so steht das E. W. Z. wiederum vor einem Problem, um nicht allzustark von der Belieferung fremder Energie abhängig zu werden. Vielleicht wäre dann nicht ausgeschlossen, daß die Stadt Zürich gemeinsam mit den städtischen Werken Baden zum Ausbau der Limmatstufe von der «Schiffmühle» bis Ennet-Baden schritten.

Durch die im Laufe der Zeit eingetretenen Preisreduktionen für Licht- und Motorenstrom*, sowie durch die Intensivierung des Elektrizitätsverbrauches (Wärmeanschlüsse) sind die Einnahmen nicht im Verhältnis zum Energieumsatz gestiegen:

Jahr	Einnahmen aus Stromabgabe (in 1,000 Franken)
1895	375
1900	905
1905	1,405
1910	2,825
1915	4,071
1920	10,723
1925	15,268
1930	20,540
1935	23,226
1938	23,050

In den letzten fünf Jahren betrug der Reingewinn bezw. die Ablieferung in die Stadtkasse Zürich 8 bis 9 Millionen Franken (inkl. Beiträge an Straßenunterhalt und allgemeine Verwaltung).

III. Die Überlandwerke.

1. Das Elektrizitätswerk Rheinfelden.

Im Jahre 1889 konstituierte sich eine Vorbereitungsgesellschaft (A. E. G.,** Escher Wyß & Cie., Zürich, Maschinenfabrik Oerlikon, Zschokke & Cie., Aarau) mit dem Zwecke, die Gefällsstrecke des Rheines von Rheinfelden bis ca. vier Kilometer stromaufwärts auszunützen.

* Das E. W. Z. bedient sich des Regelverbrauchstarifes (Licht: 6 bis 50 Rp. pro kWh, Kraft: 4 bis 15 Rp. pro kWh, Wärme: 3 bis 9 Rp. pro kWh).

** Abkürzung für Allgemeine Elektrizitätsgesellschaft, Berlin.

Das von der Firma Zschokke & Cie. ausgearbeitete Kraftwerkprojekt wurde mit dem Konzessionsgesuch im August 1890 den Verleihungsbehörden zur Behandlung übergeben. Da die Anlage Rheinfelden die erste Zentrale mit internationalem Charakter war, nahm der verwaltungsrechtliche Verleihungsakt längere Zeit in Anspruch, obwohl die badische und aargauische Regierung eine Förderung des Unternehmens in Aussicht stellten. Am 20. Dezember 1889 fand in Rheinfelden eine Konferenz der konzedierenden Behörden statt, an der in einem Protokoll die Grundlagen der Bau- und Betriebsbewilligung aufgestellt wurden. Das Fehlen von rechtlichen und gesetzlichen Vorschriften erforderte die Behandlung der ganzen Materie in der 1891 der Vorbereitungsgesellschaft erteilten Wasserrechtsverleihung, deren wichtigste Bestimmungen hier kurz erwähnt werden sollen.

Die Bewilligung erstreckt sich auf die Ausnützung des Gefälles und der Wassermenge der Rheinstrecke zwischen dem sogenannten Beugger-See und der Rheinfelderbrücke mit der Einschränkung, daß im natürlichen Strombett eine Wassermenge von mindestens fünfzig Kubikmeter/Sek. auch beim niedrigsten Wasserstand erhalten bleiben muß (§ 1). Zur Wahrung der Interessen des Wasserschutzes, des Wasserverkehrs und der Fischerei müssen von den Unternehmern die nötigen Einrichtungen getroffen werden (§ 2). Die Konzessionsdauer beträgt 90 Jahre, von der Betriebseröffnung an gerechnet (§ 20). Die von den Unternehmern nutzbar gemachten Wasserkräfte des Rheins sind derart zu verwerten, daß die Hälfte für Anlagen auf schweizerischem Staatsgebiet verwendet wird (§ 21). Wenn im öffentlichen Interesse oder im Interesse der Industrie ein Bedürfnis darnach besteht, können die Unternehmer durch Beschluß des Regierungsrates verpflichtet werden, zum Zwecke der weitern Nutzbarmachung des auf schweizerischem, bezw. aargauischem Staatsgebiete zu verwendenden Teil der Wasserkräfte, das Leitungsnetz zu ergänzen und auf andere Orte auszudehnen (§ 23). Der Wasserrechtszins von der Hälfte der ermittelten Kraft wird nach Maßgabe des Gesetzes vom 28. Hornung 1856 und des Art. 12 der Übereinkunft mit dem Großherzogtum Baden vom 20. Dezember 1890 festgesetzt (§ 20). Beim Erlöschen der Konzession bleiben die Werkanlagen unentgeltlich zur Verfügung der beteiligten Staaten (§ 29). Die grundsätzliche Bau- und Betriebsbewilligung erfolgte erst 1895.

Neben dem allgemeinen Mißtrauen und dem unberechenbaren Risiko gegenüber einem so neuartigen Großunternehmen wurde die Finanzierung des Kraftwerkes Rheinfelden durch die damals herrschende wirtschaftliche Stagnation erschwert. Nachdem die Kapitalbeschaffungsversuche in

der Schweiz, in London und in Paris gescheitert waren, konnten deutsche Bankfirmen für das Projekt interessiert werden, die Ende 1894 die Gründung der A. G. Kraftübertragungswerke Rheinfelden mit einem Aktienkapital von vier Millionen Mark ermöglichten. Im folgenden Jahre wurde der Bau des Werkes in Angriff genommen, und die provisorische Inbetriebsetzung der Zentrale erfolgte 1898.*

Der Stromabsatz wurde durch einen Vertrag, wonach die Aluminiumindustrie A. G. in Neuhausen für die neuerrichtete Fabrikanlage in Rheinfelden zum vornherein zehn von den zwanzig installierten Maschineneinheiten zu einem festen Preis von drei Millionen Mark übernahm, gut vorbereitet. Zu einer weitern Ansiedelung neuer Industrien, wofür das Unternehmen über 300 Hektaren Bauland aufkaufte, ist es aber, abgesehen von einigen kleinern elektrochemischen Betrieben, nicht gekommen. Der Energieabsatz steigerte sich aber gleichwohl in erfreulichem Maße, sodaß das ganze Erzeugungsvolumen der Kraftanlage (ca. 90 Millionen kWh) schon im Jahre 1901 ausverkauft war. Die Rendite des Unternehmens steigerte sich fortwährend und ermöglichte von 1906 bis zur Inflation der deutschen Währung die Ausschüttung einer Dividende von 8 %.

Da die Energieversorgung von Rheinfelden und Umgebung (schweizerisch und badisch) knapp zu werden drohte, reichten die Kraftübertragungswerke Ende 1900 bei den Verleihungsbehörden ein Gesuch für die Erhöhung des Staues um einen Meter ein. Die internationale Konferenz (4. bis 7. März 1901 in Rheinfelden) stellte die Grundlagen der Zusatzkonzession auf. Der Kanton Aargau abstrahierte aber so lange von einer Bewilligung zur Wehrerhöhung, bis der zwischen ihm und dem Unternehmen bestehende Rechtsstreit über die definitive Festsetzung des Wasserzinses beigelegt war (1902).

Die Montage von beweglichen Schleusen auf das feste Grundwehr steigerte die Leistungsfähigkeit der Zentrale um ungefähr einen Fünftel. Durch die sukzessive Auswechslung der alten Maschineneinheiten durch neuere mit besserem Wirkungsgrad und die abermalige Erhöhung des nutzbaren Gefälles** wurde die heutige Kapazität des Rheinfelder-Werkes erreicht (installierte Leistung: 29,000 PS, mittlere Energieerzeugung pro Jahr: 145,000,000 kWh).

---

* Das Wehr, die Floßgasse und die Fischtreppen wurden erst später fertiggestellt.

** Gemäß der Bewilligung der Verleihungsbehörden vom Jahre 1911 dürfen während der Niederwasserperiode Stauklappen von 85 cm Höhe auf die Schleusen gelegt werden.

Die sehr vorteilhafte Zusammensetzung der Energienachfrage (Elektrochemie- und Allgemeinbedarf) ermöglichte von Anfang an eine restlose Ausnützung des Kraftwerkes, umsomehr als die Aluminiumindustrie A. G., Neuhausen vertraglich verpflichtet wurde, einen Teil ihrer Aggregate für Stromklemmen beim Allgemeinkonsum zur Verfügung zu stellen. Im Laufe der Zeit erfuhr der Betrieb der Kraftübertragungswerke Rheinfelden insofern eine Änderung, als sie sämtliche Sekundärnetze verkauften und heute ausschließlich nur noch Großabnehmer und Zwischenhändler (meistens Gemeindewerke) beliefern.

Der Investitionswert der Anlage erreichte Ende 1939 rund 9,5 Millionen RM. Infolge des Zusammenbruchs der deutschen Währung erlitten die Kraftübertragungswerke Rheinfelden erhebliche Verluste, da sie nur 5 % der Einnahmen in Franken beziehen konnten, hingegen 60 % der Ausgaben in Franken zu leisten hatten.* Von 1919 bis 1923 mußte deshalb von der Ausschüttung einer Dividende abgesehen werden.

2. Das Kraftwerk Laufenburg.

Das Gesuch der Druckluft- und Elektrizitätgesellschaft in Bern um Erteilung einer grundsätzlichen Bewilligung zur Nutzbarmachung der Rheinwasserkräfte bei Laufenburg vom Jahre 1891 wurde von einer internationalen Konferenz der Konzessionsstaaten abgelehnt mit der Begründung, daß das Projekt weder den technischen noch volkswirtschaftlichen Anforderungen genüge.

1899 schlossen sich die Firmen C. T. de Ferranti in London, Felten & Guillaume in Müllheim und die Druckluft- und Elektrizitätsgesellschaft in Bern** zu einer Vorbereitungsgesellschaft zusammen, und bewarben sich gemeinsam um die Konzession einer Kraftanlage in Laufenburg. Das von den Verleihungsbehörden bevorzugte Projekt de Ferranti gelangte 1891 zur öffentlichen Auflage. Die Konzedierung erfolgte aber erst am 30. Juli 1906, nachdem in zahlreichen Konferenzen der Uferstaaten die Werkspläne umgearbeitet*** und die eingegangenen Einsprachen gegen

* Die Obligationäre hatten das Recht, die Auszahlung der Zinsbeträge in Franken zu verlangen.

** Diese Gesellschaft schied später infolge Liquidation aus.

*** Verlegung des Turbinenhauses in die Verlängerung des Wehres, Erstellung einer 67 Meter langen und 12 Meter breiten Schiffsschleuse.

den Bau der Anlage* einer eingehenden Prüfung unterzogen worden waren.

Die Finanzierung des Laufenburger-Werkes stieß auf keine großen Schwierigkeiten, da man sich auf die Erfahrungen von Rheinfelden stützen konnte. Ein Konsortium deutscher und schweizerischer Banken (Darmstädterbank, Nationalbank in Berlin, Bankhaus Levy in Köln, Berliner Handelsgesellschaft, Eidgenössische Bank A.G., Leu & Cie., Schweizerische Bankgesellschaft, Schweizerischer Bankverein, Aargauische Kantonalbank) nahm sich der Unternehmung an und ermöglichte die Konstituierung der A. G. Kraftwerk Laufenburg mit einem Aktienkapital von 18 Millionen Franken.

Die Erstellung des Werkes dauerte volle drei Jahre länger als man vorgesehen hatte, was hauptsächlich auf den während der Bauperiode (1908 bis 1915) erfolgten Entschluß zurückzuführen ist, die anfänglich in Aussicht genommene installierte Leistung von 30,000 PS zu verdoppeln. Dadurch wurden die ursprünglich in Anschlag gebrachten Anlagekosten von 24 Millionen Franken um 11 Millionen Franken erhöht. Da das Aktienkapital nicht ausreichte, den Bauaufwand zu decken, verschaffte man sich die zusätzlichen Mittel in Form von Bankvorschüssen, die 1919 die Höhe von 23 Millionen Franken erreichten. Im gleichen Jahre wurde diese Schuld durch die Ausgabe einer Obligationenanleihe von 18 Millionen Franken teilweise konsolidiert. Während das Gesellschaftskapital bis Ende 1939 eine Vermehrung auf 21 Millionen Franken erfuhr, reduzierten sich die Fremdkapitalien auf 9,8 Millionen Franken.

Die stark gesteigerte Nachfrage elektrischer Energie während des letzten Weltkrieges machte die Einsetzung zwei weiterer Maschineneinheiten notwendig (1917). Die Stauerhöhung (Bewilligung vom Juni 1926) und die Ersetzung von zwei alten Aggregaten durch neue mit bedeutend höherer Kapazität (Bewilligung 1928) brachten das Kraftwerk Laufenburg auf die heutige Ausbaugröße (installierte Leistung 85,400 PS, vier Francisturbinen zu je 7,800 PS, vier Francisturbinen zu je 6,800 PS, zwei Kaplanturbinen zu je 13,500 PS). Durch die weitere Auswechslung von alten Maschinengruppen kann die Leistungsfähigkeit der Zentrale auf über 100,000 PS vermehrt werden.**

---

* U. a. die Eingabe des deutschen Bundes für Heimatschutz zur Erhaltung der Stromschnelle bei Laufenburg.

** Eine weitere Gefällserhöhung ist wegen dem Einstau des Kraftwerkes Albbruck-Dogern ausgeschlossen.

Der Schwierigkeiten, das gewaltige Produktionsvolumen dieser großen Anlage abzusetzen (beim Ausbau auf 60,000 PS betrug die mögliche Energieerzeugung ca. 300 Millionen kWh pro Jahr) war man sich von Anfang an bewußt. Schon vor der Gründung der A. G. Kraftwerk Laufenburg ist eine vielseitige Werbetätigkeit entfaltet worden. Die Verträge zwischen der Vorbereitungsgesellschaft und der A. G. Motor sicherten die Plazierung von 100 Millionen kWh.* Andererseits bezog die A. G. Kraftwerk Laufenburg von dem Badenerunternehmen in den Jahren 1908 bis 1915 bedeutende Energiequoten aus den Beznau-Löntschwerken zur Vorbereitung ihres zukünftigen Absatzgebietes (Stromlieferungsverträge mit dem Städtchen Laufenburg und den umliegenden Gemeinden). Die im Jahre 1910 mit den Elektrochemischen Werken G. m. b. H. in Berlin-Bitterfeld getätigten Verhandlungen führten zum Abschluß eines Vertrages zur Lieferung von Abfallkraft an die in Rhina (bei Kleinlaufenburg) zu erstellende elektrochemische Fabrik, die 1913 dem Betriebe übergeben wurde. Bis zur Eröffnung des Kraftwerkes Laufenburg erfolgte diese Deckung des Bedarfes durch die A. G. Motor. Eine weitere Quote unkonstanter Energie übernahmen die Oberrheinischen Kraftwerke in Mülhausen. Die A. G. Kraftwerk Laufenburg versorgt heute 120 Gemeinden (meistens badische) mit elektrischem Strom. Ihrem Verteilungsnetz (nur Hochspannungsleitungen) sind ferner angeschlossen: 15 Elektrizitätswerke und Überlandzentralen sowie 30 Fabriken.**

Die Spannung auf dem elektrischen Energiemarkt während des Krieges 1914—1918 hatte den Absatz wesentlich gefördert und die Zentrale Laufenburg bald an die Grenze ihrer Leistungsfähigkeit gebracht. Bevor aber die vorerwähnte Erweiterung des Werkes erwogen wurde, erwarb das Unternehmen das gesamte Aktienkapital der Elektro-Nitrum A. G. in Rhina, um über die an diese Fabrik gelieferte Stromquote besser disponieren zu können.

Der Bausumme des Elektrizitätswerkes von rund 45 Millionen Franken stand Ende 1939 ein bilanzmäßiger Buchwert von 32 Millionen Franken gegenüber. Von 1935 bis 1939 erzeugte das Kraftwerk Laufenburg durchschnittlich 400 Millionen kWh pro Jahr.

Die Betriebsergebnisse der ersten 8 Jahre erlaubten die Ausschüttung einer Dividende von 6 %, die bis heute nach und nach auf 10 % gestiegen ist.

* Diese Verträge wurden von der A. G. Kraftwerk Laufenburg übernommen.
** Prospekt von 1926.

3. Das Kraftwerk Beznau.

Im Jahre 1898 erwarb die Motor A. G. von der Firma Zschokke & Cie., Aarau, die Konzession, Bau- und Betriebsbewilligung für ein großes Elektrizitätswerk bei Döttingen-Beznau, die bereits 1896 vom Regierungsrate des Kantons Aargau erteilt worden war.

Die Finanzierung des Unternehmens stieß auf große Schwierigkeiten, da der Kapitalmarkt schon vor der Krisis von 1891 nicht gestimmt war, große Investitionen zu machen, die erst in einigen Jahren eine Rendite abwerfen. Die Bemühungen der Motor A. G. durch Aufklärung über hydroelektrizitätswirtschaftliche Verhältnisse sowie deren allgemeines Ansehen* ermöglichten aber dennoch eine vorteilhafte Geldmittelbeschaffung.

«Die elektrischen Unternehmungen der Schweiz bestehen in der Hauptsache in der Ausnützung der großartigen, durch die Natur gebotenen Wasserkräfte. Für die Nutzbarmachung dieser Kräfte muß in der Regel schon für die erste Anlage nahezu der ganze für den vollen Ausbau notwendige Kapitalbetrag aufgewendet werden, während sich der Absatz der Kraft naturgemäß erst allmählich entwickeln kann. Die Dampfzentralen haben vor den von uns erbauten großen Werken den Vorteil voraus, daß sie ihre Erstellungskosten in höherem Maße, namentlich in der ersten Betriebsperiode, dem vorhandenen Konsum anpassen können. Die Überlegenheit der Wasserwerke kommt erst bei der nach und nach fortschreitenden, besseren Ausnützung der Anlagen zur Geltung, und es eröffnen aus diesem Grunde gerade die bedeutendsten der von uns ins Leben gerufenen Unternehmungen Aussichten auf spätere Erträgnisse, welche für die in den ersten Betriebsjahren erlittenen Ausfälle reichlich Ersatz bieten dürften».**

1898 wurde der Bau des Beznauwerkes in Angriff genommen, und am 1. Oktober 1902 konnte die Zentrale, vorerst mit der Hälfte (5,000 PS) der installierten Leistung ausgerüstet, den definitiven Betrieb aufnehmen. Die verhältnismäßig hohen Baukosten von 12 Millionen Franken sind nicht zuletzt auf die Erstellung des 1,2 Kilometer langen Einlaufkanales, der die Stromschleife in der Beznau abschneidet, zurückzuführen. Obwohl das Stauwehr 1,5 Kilometer (Flußstrecke) oberhalb dem Maschinenhaus liegt, mußten infolge der ungünstigen Uferverhältnisse umfangreiche Dammarbeiten gemacht werden.

---

* Die Motor A. G. besaß zu dieser Zeit schon verschiedene Kraftwerke: E. W. a. d. Kander, E. W. Grindelwald, E. W. Bingen a/Rh. Sie war auch an mehreren Elektrizitätswerken Hauptbeteiligte.

** Geschäftsbericht der Motor A. G. von 1901.

Die Vorbereitung des Energieabsatzes bedurfte auch für dieses Werk einer geschickten Organisation. Als Versorgungsgebiet für die Zentrale Beznau war von Anfang an ein Teil der nordöstlichen Schweiz (östlicher Teil des Kantons Aargau und des Kantons Zürich) in Aussicht genommen. Auch die Städte Zürich und Winterthur kamen wegen ihrer ungenügenden Bedarfsdeckung elektrischer Energie als Großabnehmer in Betracht. Die Stadt Zürich hatte sogar die Absicht, das Kraftwerk Beznau von der A. G. Motor käuflich zu erwerben. Die Verhandlungen verliefen jedoch ergebnislos, führten aber im Frühjahr 1904 zum Abschluß eines Stromlieferungsvertrages, wonach das E. W. Z. namhafte Energiequoten aus dem neuerstellten Aarewerk beziehen konnte.* Die 1901 von der A. G. Elektrizitätswerk Lonza in Waldshut gebaute Karbidfabrik konnte zur Abnahme des Überschuß- und Abfallstromes gewonnen werden.

Die volkswirtschaftliche Bedeutung des Elektrizitätswerkes Beznau liegt darin, daß es, nachdem das ausgedehnte Leitungsnetz erstellt war, die Belieferung der ganzen Nordostschweiz mit elektrischer Energie übernahm.

Die lebhafte und erfolgreiche Aquisitionstätigkeit der A. G. Motor förderte den Strombedarf derart, daß innerhalb eines Jahres (1902 bis 1903) die Zentrale auf ihre volle Leistung von 10,000 PS ausgebaut werden konnte. Durch die 1904 bewilligte und ausgeführte Erhöhung des Staues um einen Meter steigerte sich die Kapazität der Anlage auf 16,000 PS. Zur Übernahme des Spitzenbedarfes, sowie zur Vorbereitung des Verbundbetriebes Beznau-Löntsch wurde im Jahre 1905 eine Turbogeneratorengruppe mit einer Leistung von 7,200 PS aufgestellt.

Ende 1907 fusionierte die A. G. Motor das Elektrizitätswerk Beznau mit dem Elektrizitätswerk Löntsch und gründete zu diesem Zwecke die Gesellschaft «Kraftwerke Beznau-Löntsch A. G.», die in der Geschichte der schweizerischen Elektrizitätswirtschaft eine bedeutende Rolle spielte. Die Zentrale Löntsch mit einer vorgesehenen installierten Leistung von 36,000 PS konnte 1908 teilweise dem Betrieb übergeben werden.

Die allgemein als mustergültig anerkannte Betriebsgemeinschaft machte nach Maßgabe des Ausbaues der Akkumulieranlage Löntsch die oben erwähnten Dampfeinheiten überflüssig.** Bei einer Totalproduktion von 80 Millionen kWh wurden 1910 nur noch 1,5 Millionen kWh kalorisch

* Im Jahre 1910 stieg diese Quote auf 10 Millionen kWh.

** Vergl. Ludin: Die Wasserkräfte, ihr Ausbau und ihre wirtschaftliche Ausnützung, 1. Bd., S. 222 f.

erzeugt (vor der Erstellung des Löntschwerkes lieferte die Dampfanlage über 15 Millionen kWh pro Jahr). Die Stillegung der Turbogeneratoren erfolgte 1911.

Das leistungsfähige Hochdruckwerk gewährleistete nicht nur eine vollständige Ausnützung der Niederdruckzentrale, sondern ermöglichte der Kraftwerke Beznau-Löntsch A. G. die In- und Extensivierung ihres Versorgungsgebietes (Zürcher-Oberland, Kanton Glarus, nordöstlicher Teil des Kantons Aargau, Kantone Thurgau und Schaffhausen, größere industrialisierte Gebiete der Kantone Zürich und St. Gallen).

Nachdem die A. G. Motor, die alleinige Aktienbesitzerin der Kraftwerke Beznau-Löntsch war, einen Teil der Sekundärnetze an verschiedene kantonale Elektrizitätswerke abgetreten hatte (Kanton Zürich 15. März 1908, Kanton Schaffhausen 12. April 1908, Kanton St. Gallen 24. November 1909, Kanton Thurgau 17. Dezember 1911), erfolgte am 1. Oktober 1914, gestützt auf die Verträge, die Übernahme der Primärwerke Beznau und Löntsch durch die sich am gleichen Tage konstituierten «Nordostschweizerischen Kraftwerke A. G.».*

In den Jahren 1926/27 erfuhr das Elektrizitätswerk Beznau einen vollständigen Um- und Ausbau.** Neben einer weitern Stauerhöhung wurden sämtliche 11 Maschineneinheiten durch neue mit einer bedeutend größeren Leistungsfähigkeit ersetzt. Die Zentrale, die heute über eine Kapazität von 24,000 PS verfügt, vermag in Jahren mittlerer Wasserführung 145 Millionen kWh zu erzeugen. War die alte Anlage noch auf die neunmonatige Wassermenge ausgebaut, so nahm man als Grundlage der Erweiterung das Jahresmittel (420 Sekundenkubikmeter). Die Kosten des Um- und Ausbaues beliefen sich auf ca. 4,5 Millionen Franken.

Am 28. Juli 1933 wurde für das Kraftwerk Beznau eine neue Konzessionsurkunde ausgearbeitet, die an Stelle der seinerzeit der A. G. Motor erteilten grundsätzlichen Bewilligung vom 12. Juni 1899 und der Höherstaubewilligungen von 1904, 1915 und 1926 trat.

Im Werksystem der N. O. K. nimmt die Zentrale Beznau auch heute noch eine bedeutende Stellung ein, indem sie z. B. 1939 etwas mehr als einen Achtel des totalen Energieumsatzes von 806 Millionen kWh aufzubringen hatte. Der bilanzmäßige Buchwert der Anlage beträgt am 30. September 1939 14,8 Millionen Franken (Bausumme bis zum gleichen Datum: ca. 25 Millionen Franken).

---

* S. S. 62—63.

** Großrätliche Bewilligung vom 26. Februar 1926.

4. Das Elektrizitätswerk Ruppoldingen.

Die Studien über dieses Werk gehen bis ins Jahr 1889 zurück. Da aber die Öffentlichkeit gegenüber einer für damalige Verhältnisse so großen Kraftanlage skeptisch eingestellt war, stieß die Finanzierung auf unüberwindliche Schwierigkeiten. Zudem hegte man Befürchtungen über mangelnden Stromabsatz.

1894 setzte sich ein Initiativkomitee, bestehend aus führenden Persönlichkeiten der beiden Städte Olten und Aarburg, mit der jungen Firma Brown, Boveri & Cie., Baden, in Verbindung, um diese für das Kraftwerkprojekt zu interessieren. Nachdem die Konzessionserteilung durch die an der Gewässerstrecke beteiligten Kantone Solothurn und Aargau erfolgt war, wurde Ende 1894 die Gesellschaft «Elektrizitätswerk Olten- Aarburg A. G.» gegründet, an deren Aktienkapital die Badenerfirma sich zur Hälfte beteiligte.

Mit einem Bauaufwand von ca. 4 Millionen Franken (der über das Aktienkapital hinausgehende Finanzierungsbedarf mußte von der Firma Brown, Boveri & Cie. in Form von Obligationendarlehen und Barvorschüssen aufgebracht werden) wurde in den Jahren 1894 bis 1896 das Elektrizitätswerk Ruppoldingen mit einer installierten Leistung von 3,000 PS erstellt.

Da die Anlage in eine industriereiche Gegend zu stehen kam (das Maschinenhaus befindet sich unmittelbar oberhalb der Wiggermündung) nahm die Entwicklung des Energieabsatzes einen ungeahnt rapiden Verlauf. Schon 1902 befaßte man sich mit einer Erweiterung des Werkes durch eine kleine Hochdruckzentrale mit einem Speicherbecken auf dem Born. 1904 wurde diese Akkumulieranlage mit einer Leistungsfähigkeit von 1,200 PS, die den Tagesspitzenbedarf zu decken hatte, ausgeführt.* Zur Produktionsregulierung erhielt die Zentrale Ruppoldingen ferner 1906 und 1909 zwei kalorische Einheiten mit einer Kapazität von zusammen 2,600 PS.

Obwohl das «Elektrizitätswerk Olten-Aarburg A. G.» namhafte Fremdstromquoten bezog,** sah man im folgenden Jahrzehnt infolge des baureifen Projektes des Gösgerwerkes von einem weitern Ausbau der Ruppoldingeranlage ab. Der gesteigerte Elektrizitätsbedarf während des

* Der Stauweiher wurde durch eine Pumpanlage gefüllt, die mit der Überschußkraft des Niederdruckwerkes arbeitete.

** Vertrag zwischen dem E. W. der Stadt Aarau und dem E. W. Olten-Aarburg zum Bezug von 2,000 PS auf die Dauer von acht Jahren.

letzten Weltkrieges erleichterte die Plazierung der Gösgerenergie ganz außerordentlich* (1917 konnte das Werk in Betrieb genommen werden). Schon 1923 war das ganze Erzeugungsvolumen der Gösgerzentrale ausverkauft, sodaß das «E. W. Olten-Aarburg A. G.» an eine vollständige Umgestaltung des Ruppoldingerwerkes herantreten konnte.

Die Um- und Ausbauarbeiten fielen in die Jahre 1924/25.** Nebst einer kleinen Gefällserhöhung und einer Vermehrung der Betriebswassermenge von 120 m^3/sek. auf 200 m^3/sek. ermöglichte die Auswechslung sämtlicher Aggregate (neun Einheiten) eine Steigerung der installierten Leistung von 3,000 PS auf 9,000 PS. Damit wurde der heutige Zustand der Zentrale erreicht. Die mögliche Energieerzeugung der Anlage beträgt 32 Millionen kWh pro Jahr. Die Kosten der Erweiterung beliefen sich auf ca. 2,5 Millionen Franken.

Während die kleine Hochdruckzentrale heute noch in Betrieb ist, wurde die kalorische Reserve seit der Indienstnahme des Gösgerwerkes still gelegt.

5. Das Elektrizitätswerk Gösgen.

Da der aargauische Anteil nur 7 % der genutzten Gefällsstrecke dieses Werkes ausmacht, möchte ich dasselbe nur in kurzen Zügen behandeln.

Die Ausführung des Elektrizitätswerkes wurde 1913 beschlossen, nachdem die außerordentliche Generalversammlung des «E. W. Olten-Aarburg A. G.» vom Februar 1912 die finanziellen Mittel zur Verfügung gestellt hatte*** und die Konzessionserteilung des Kantons Solothurn schon 1909 erfolgt war. Während der Bauperiode (1914 bis 1917) entschied man sich die Dimensionen des ersten Projektes zu verdoppeln, indem die Betriebswassermenge von 150 m^3/sek. auf 350 m^3/sek. erhöht, der Einstau der Aare bis Aarburg ausgedehnt**** und ein Teil der Gefällsstrecke der Firma Bally Schuhfabriken A. G.***** mit einbezogen wurde. Daraus resultierte eine installierte Leistung von 59,000 PS an Stelle der ursprünglich

---

* Stromlieferungsverträge mit der Société des Houillère de Ronchamp, der Compagnie Lorraine d'Electricité und den E. W. Lonza.

** Definitive Bewilligung vom 2. September 1925.

*** Erhöhung des Aktienkapitals von 2 auf 11 Millionen Franken, Ausgabe von drei Obligationenanleihen (26 Millionen Franken).

**** Erst damit wurde der Kanton Aargau am E. W. Gösgen interessiert.

***** Die Konzession der Firma Bally wurde durch den Höherstau des E. W. der Stadt Aarau und die Erweiterung des Gösgerprojektes hinfällig.

vorgesehenen 30,000 PS. Die Zusatzkonzessionen wurden 1916 von den nunmehr beteiligten Kantonen Solothurn und Aargau erteilt.

Um der bevorstehenden Energieknappheit im Winter 1917 wirksam entgegentreten zu können, war es von allgemeinem Interesse, das Gösgerwerk so rasch als möglich zu vollenden. Zur Behebung des Mangels an Arbeitskräften gelangte die A. G. Motor in einem Schreiben an die «Abteilung für industrielle Kriegswirtschaft», die dem Volkswirtschaftsdepartement unterstellt war. Die Abordnung von Sappeur-Kompagnien und die Dispensation von Facharbeitern waren den Bauarbeiten (hauptsächlich der Erstellung des 4,8 Kilometer langen Oberwasserkanals) sehr förderlich, sodaß das Werk im November 1917 dem Betrieb übergeben werden konnte.

Während des Krieges leistete die Zentrale Gösgen der schweizerischen Energiewirtschaft wertvolle Dienste, indem sie verschiedenen benachbarten Elektrizitätswerken Aushilfskraft lieferte. In den Nachkriegsjahren ging das «E. W. Olten-Aarburg» dazu über, das ganze Produktionsvolumen des Gösger-Werkes zu exportieren.*

Die mutmaßlichen Erstellungskosten von 17 Millionen Franken wurden um ca. 11 Millionen Franken überschritten. Bei durchschnittlichen Abflußverhältnissen erzeugt das Werk jährlich 250 Millionen kWh.

1936 fusionierte die «A. G. Motor-Columbus» ihre beiden Tochtergesellschaften «E. W. Olten-Aarburg A. G.» und «Officine Elettriche Ticinesi S. A.» zur «Aare-Tessin A. G.», die heute über das Elektrizitätswerk Gösgen verfügt.

6. Das Kraftwerk Ryburg-Schwörstadt.

Vergleicht man dieses imposante Werk, das die Gefällsstrecke des Rheins zwischen Säckingen und dem Oberwasser des Kraftwerkes Rheinfelden ausnützt und eine installierte Leistung von 140,000 PS besitzt, mit Anlagen, die vor zwanzig Jahren erstellt wurden, so erhält auch der Nichtfachmann den Eindruck, daß die Wasserbau- und Maschinentechnik gewaltige Fortschritte gemacht hat. «Von den älteren Rheinwerken unterscheidet es sich in mannigfachster Hinsicht, so besonders durch die Größe der ausgenützten Wassermenge (1,200 m^3/sek.), durch die geringe Zahl entsprechend größerer Maschinensätze (vier Aggregate zu je 35,000 PS) und Stauwehröffnungen (vier Schleusen), sowie durch die bei der Ausführung angewandten Baumethoden, ferner bedeutet das Zusammenwirken

* Erhöhung der Energiequoten der auf Seite 99 genannten Verträge.

privatwirtschaftlicher und staatlicher Gesellschaften (deutsche Beteiligung: «Badenwerk», Karlsruhe und Kraftübertragungswerke Rheinfelden, schweizerische Beteiligung: Motor-Columbus A. G., Baden und N. O. K., Baden) als Gründer des Werkes ebenfalls eine Neuerung».*

Die Projektstudien für das Kraftwerk Ryburg-Schwörstadt gehen bis ins Jahr 1908 zurück. 1910 reichte die A. G. Motor, Baden in Verbindung mit Brown, Boveri & Cie. A. G., Mannheim und dem Mittelelsässischen Elektrizitätswerk Markirch-Kapellenmühle A. G., Schlettstadt ein Konzessionsgesuch zur Ausbeutung der Rheinstrecke von der Möhlinbachmündung bis zur Brücke in Stein-Säckingen bei den zuständigen badischen und schweizerischen Behörden ein. Gleichzeitig bewarb sich auch die Kraftübertragungswerke Rheinfelden A. G. um dieselbe Gefällsstufe. Die badische Regierung sah aber von der Erteilung einer Verleihung ab, indem sie diese Wasserkraft für den spätern elektrischen Betrieb der badischen Staatsbahnen vorenthalten wollte.** Obwohl die schweizerischen Behörden auf einer möglichst raschen Konzedierung beharrten, wurde durch den Kriegsausbruch 1914 die verwaltungsmäßige Behandlung des Projektes stark verzögert, umsomehr als noch kein einheitlicher Plan über die zweckmäßigste Einteilung des Rheines in Staustufen für die Großschifffahrt von Basel bis zum Bodensee vorlag.***

Im Jahre 1920 vereinigten sich die A. G. Motor und die Kraftübertragungswerke Rheinfelden A. G. zur gemeinsamen Projektierung des Kraftwerkes, der die Ausbeutung der oben genannten Gefällsstrecke zu Grunde lag (max. Aufstauung 12 Meter) und suchten auf Anregung der aargauischen Regierung hin um die entsprechende Wasserrechtsverleihung nach. Nach mehreren internationalen Konferenzen, in denen nebst der Behandlung der verwaltungstechnischen Einzelheiten festgestellt wurde, daß das geplante Kraftwerk sich sehr gut in das Schiffbarmachungsprojekt des Oberrheines einfüge, erfolgte die Konzessionserteilung der beiden Uferstaaten im Jahre 1926. Die Dauer der Verleihung beträgt 83 Jahre. Außer der Bestimmung, daß die Konzedenten das Kraftwerk innert 40, 50 oder 60 Jahren erwerben können, wurde dem Freistaat Baden und dem Kanton Aargau in der Konzessionsurkunde das Recht eingeräumt, sich an dem

* Aus dem Artikel der «A. G. Motor-Columbus» in der Schweizerischen Bauzeitung, Bd. 99, April/Juni 1932.

** Vergl. Rechenschaftsberichte des aarg. Regierungsrates von 1913 bis 1916.

*** Darüber wurde ein internationaler Projektwettbewerb veranstaltet, dessen Ergebnisse erst 1919 vorlagen.

Unternehmen mit je einem Viertel des Aktienkapitals mittelbar oder unmittelbar zu beteiligen.*

Am 9. Oktober 1926 konstituierten die «A. G. Motor-Columbus», die «N. O. K.», die « Kraftübertragungswerke Rheinfelden A. G.» und die «Badische Landeselektrizitätsversorgungs-A. G.», die Gesellschaft «Kraftwerk Ryburg-Schwörstadt A. G.» in Rheinfelden mit einem Grundkapital von 30 Millionen Franken, von dem die Beteiligten je einen Viertel aufzubringen hatten. Um die Stabilität des Verteilungsverhältnisses zu wahren, wurde der Verkauf von Aktien an gewisse Bedingungen geknüpft. Die übrigen Finanzierungsmittel beschaffte sich die «Kraftwerk Ryburg-Schwörstadt A. G.» in Form von Obligationenanleihen und Barvorschüssen. 1930 hat die «A. G. Motor-Columbus» ihren Rechts- und Pflichtenanteil an ihre Tochtergesellschaft «Elektrizitätswerk Olten-Aarburg A. G.» (heute Aare-Tessin A. G.) abgetreten.

Nach der verhältnismäßig kurzen Bauzeit von dreieinhalb Jahren (Frühling 1927 bis Oktober 1930) konnte die erste Maschineneinheit zur Stromlieferung herangezogen werden, und am 23. August 1931 waren alle vier Aggregate in regulärem Betrieb.

Die Erstellungskosten von ca. 68 Millionen Franken überschritten den Kostenvoranschlag um ca. 5 Millionen Franken (Bilanzwert am 30. September 1939: rund 61 Millionen Franken).

Das Erzeugungsvolumen in Jahren mittlerer Abflußmengen beträgt 732 Millionen kWh, und wird mit Ausnahme der Energiequote der N. O. K. (183 Millionen kWh jährlich) in Deutschland verwendet. Sollte in der Schweiz ein Mangel an elektrischer Kraft entstehen, so steht dem Bundesrat das Recht zu, die Ausfuhrbewilligungen so weit zu sistieren, bis sämtliche inländischen Zentralen ihre ganze und die Grenzgewässerwerke die Hälfte ihrer Produktion der Deckung des einheimischen Bedarfes zur Verfügung stellen (WRG 8).

Die Betriebsergebnisse der letzten sechs Jahre erlaubten der «Kraftwerk Ryburg-Schwörstadt A. G.» eine Dividende von 6 % auszurichten, nachdem sie von 1930 bis 1933 7 % betragen hatte.

Durch den Umstand, daß die Kraftanlage Ryburg-Schwörstadt ein Stauseewerk ist, bei dem das Schleusenwehr und das Maschinenhaus in

* Der Kanton Aargau trat seinen Anteil an die N. O. K. ab; der Freistaat Baden übertrug seine Beteiligung an die Badische Landeselektrizitätsversorgung A. G. (sog. Badenwerk) in Karlsruhe.

einer Flucht liegen, dürfte die geplante Großschiffahrt des Oberrheines wesentlich gefördert worden sein.

7. Das Kraftwerk Albbruck-Dogern.

Auch dieses Elektrizitätswerk ist nach den neuesten wasserwirtschaftlich-technischen Grundsätzen und Methoden erstellt worden. Von der Anlage Ryburg-Schwörstadt unterscheidet es sich aber dadurch, daß dem Maschinenhaus mit einer installierten Leistung von 90,000 PS das Betriebswasser mittelst eines ca. drei Kilometer langen Einlaufkanales zugeführt wird. Die Schluckfähigkeit der drei eingesetzten Turbinen von insgesamt 900 m^3/sek. ergibt einen Ausbau, der das Jahresmittel der Wasserführung nicht ganz erreicht (1004 m^3/sek.).

Das Kraftwerk Albbruck-Dogern nützt die zwölf Kilometer lange Rheinstrecke vom Rückstau der Zentrale Laufenburg (ca. ein Kilometer unterhalb der Eisenbahnstation Schwaderloch) bis zur Eisenbahnbrücke Koblenz-Waldshut unter Einstau der Aare bis zum Klingnauer-Werk aus. Deshalb ist der Kanton Aargau mit 54 % an dieser Gefällsstufe beteiligt. Das Gefälle bei der Zentrale beträgt max. zwölf Meter.

Die allgemeine Anordnung der Anlage besteht aus:

1. dem Stauwehr bei Leibstadt-Dogern über den ganzen Rhein,
2. dem drei Kilometer langen Oberwasserkanal,
3. dem Maschinenhaus bei Albbruck und dem kurzen Ablaufkanal daselbst.

Die Behandlung des von Ing. Gruner, Basel 1908 eingereichten Konzessionsgesuches wurde von der badischen Regierung abgelehnt.* 1916 bewarben sich aber die «A. G. der Maschinenfabriken Escher, Wyß & Cie., Zürich» in Verbindung mit Ing. Gruner, Basel, um die Wasserrechtsverleihung Albbruck-Dogern, der ein verbessertes Projekt, das die Ausnützung des Rheins von der Aaremündung bis nach Schwaderloch vorsah, zu Grunde lag. Da die badische Regierung auch weiterhin die Konzedierung an eine private Gesellschaft verweigerte, gelangte der Kanton Aargau in einem Schreiben mit folgendem Inhalt an den Bundesrat, damit sich dieser für die baldige Erteilung der anhängigen Konzessionen (Ryburg-Schwörstadt, Albbruck-Dogern, Rekingen, Koblenz-Kadelburg) einsetze:**

* Vergl. S. 101.

** Vergl. Rechenschaftsbericht des aarg. Regierungsrates von 1916.

«1. Diese Wasserwerke kommen ihres internationalen Charakters wegen sowohl als staatliche Werke, als auch für die S.B.B. und die N.O.K. nicht wohl in Frage, umsomehr als die Zentralen bei allen diesen Werken aus technischen Gründen auf badisches Staatsgebiet zu liegen kommen.
2. Für die N. O. K. fallen diese Wasserkräfte auf unabsehbare Zeit auch deshalb außer Betracht, weil nach dem Bau von Eglisau voraussichtlich zuerst wieder eine Hochdruckanlage erstellt werden muß.
3. Auch vom Standpunkte des Kraftkonsums aus ist die Erschließung neuer Energiequellen zu wünschen. Die bestehenden und im Bau begriffenen Werke sind bereits ausverkauft, sodaß eine ruinöse Konkurrenz der neuen gegen die bestehenden Werke nicht zu befürchten ist.
4. Vom Standpunkte der Schiffbarmachung des Rheines aus verdienen diese Wasserkraftanlagen alle nur mögliche Förderung, da sie die notwendige Voraussetzung für die Schiffbarmachung des Rheines sind. Zu ihrer baldigen Erstellung Hand bieten, heißt deshalb die Schiffahrt fördern, an welche in bezug auf unsere Volkswirtschaft so große Hoffnungen geknüpft werden.
5. Daß auch die in Betracht fallenden aargauischen Gebiete und der Kanton Aargau an einem baldigen Bau dieser Wasserwerke im Hinblick auf Verdienst, Steuern und Abgaben ein sehr großes Interesse haben, bedarf keiner weitern Begründung.»

Daraufhin fand noch im gleichen Jahre (1916) in Zürich eine internationale Konferenz statt. Die Delegierten beschlossen, mit der Erteilung von Konzessionen zuzuwarten bis der Gesamtplan für die Großschiffahrt des Oberrheines vorliege; dessen Ausarbeitung wurde aber infolge des Krieges sehr verzögert. In dieser Zwischenzeit erfuhr das Projekt Albbruck-Dogern einige Verbesserungen und eine Anpassung an die Schiffahrtsbedürfnisse, indem auf dem schweizerischen Ufer vom Kraftwerkwehr bis Schwaderloch ein Durchschleusungskanal hergestellt werden soll. Nach mehreren internationalen Konferenzen erfolgte die Inkraftsetzung der Konzession durch die beiden Uferstaaten 1929. Im gleichen Jahre wurde die Gesellschaft «Rheinkraftwerk Albbruck-Dogern A. G.», Waldshut mit einem Aktienkapital von 16 Millionen RM. ins Leben gerufen. Die Beteiligung weist folgende Gliederung auf: «Rheinisch-Westfälisches Elektrizitätswerk A. G.» 78 %, Kanton Aargau 12 %, «Kraftwerk Laufenburg A. G.» und «Schweizerische Kreditanstalt» je 5 %. Die das Aktienkapital übersteigenden Erstellungskosten (totale Baukosten: 54 Millionen Mark = 67 Millionen Schweizerfranken) wurden durch Anleihen und Vorschüsse der Aktionäre nach Maßgabe ihrer Beteiligung gedeckt.

Während der Bauperiode (August 1930 bis August 1933) entschloß man sich, die ursprünglich vorgesehene Betriebswassermenge von 750 m^3/sek. auf 900 m^3/sek. zu erhöhen, was in der Zusatzkonzession vom 1. Dezember 1932 bewilligt wurde.

Interessant ist festzustellen, daß die Erstellungskosten von Albbruck-Dogern und Ryburg-Schwörstadt ungefähr gleich hoch sind, obwohl dieses eine bedeutend größere installierte Leistung und Produktionskapazität besitzt. Es ist dies eine Folge, die auf die ausgedehnten Kanalarbeiten zurückzuführen ist.

Die im Kraftwerk Albbruck-Dogern erzeugte Energie (durchschnittlich 500 Millionen kWh pro Jahr) wurde bis heute restlos von der «Rheinisch-Westfälisches Elektrizitätswerk A. G.» übernommen.

Von 1933 bis 1939 schüttete die «Rheinwerk Albbruck-Dogern A. G.» eine Dividende von 5 % aus, während sie 6 % Bauzinsen geleistet hatte.

8. Das Kraftwerk Klingnau.

Nachdem die N. O. K. endgültig auf das Projekt Böttstein-Gippingen verzichtet hatte,* genehmigte der aargauische Große Rat 1927 das Konzessionsgesuch der Herren Ing. R. Moor und E. Affeltranger in Zürich für das obige Kraftwerk, das die Gefällsstufe der Aare von Gippingen bis zur Zentrale Beznau ausnützt. Die Stauhöhe erreicht max. 7,25 Meter, und die drei installierten Aggregate weisen bei einer Betriebswassermenge von 800 m^3/sek. eine Leistung von insgesamt 51,000 PS auf.

Das Elektrizitätswerk Klingnau ist ebenfalls nach den neuesten Ausbauprinzipien erstellt worden (weniger, entsprechend größere Maschineneinheiten und Wehröffnungen). Die Betriebswassermenge steht wie bei Ryburg-Schwörstadt erheblich über dem Jahresmittel (560 m^3/sek.). Erst 1931, kurz vor dem Baubeginn, entschied man sich, dem Stauseeprojekt gegenüber dem Kanalprojekt den Vorzug zu geben, obwohl jenes umfangreiche Dammbauten erforderte.

1929 konstituierte der Kanton Aargau**, die Schweizerische Kreditanstalt, die B. K. W.***, die N. O. K., die Motor-Columbus A. G. und das R. W. E.**** die Gesellschaft «Aarewerke A. G.» mit einem Aktienkapital

---

* Das Projekt Böttstein-Gippingen, das Gegenstand zahlreicher Debatten war (vergl. aarg. Großratsprotokoll) und eine Geschichte von 25 Jahren hinter sich hatte, wurde 1926 definitiv fallen gelassen zu Gunsten des Projektes Klingnau.

** Der Kanton Aargau hat seine Beteiligung dem A. E. W. abgetreten.

*** Abkürzung für «Bernische Kraftwerke A. G.».

**** Abkürzung für «Rheinisch- Westfälische Elektrizitätswerk A. G.».

von 30 Millionen Franken, die die Konzession von den Herren Ing. R. Moor und E. Affeltranger übernahm und den Bau des Kraftwerkes finanzierte. Der Sitz des Unternehmens befindet sich in Brugg.

Der Bau der Anlage dauerte drei Jahre, während denen an die Aktionäre Bauzinsen von 7 % ausgerichtet wurden. Den das Aktienkapital übersteigenden Betrag der Erstellungskosten (total ca. 42 Millionen Franken) beschaffte man sich auf dem Anleihenswege.

Das ganze Produktionsvolumen der Zentrale Klingnau von jahresdurchschnittlich 260 Millionen kWh ist bis heute restlos an das R. W. E. abgegeben worden. Seit der Inbetriebnahme des Kraftwerkes leistet die «Aarewerke A. G.», die auch im Besitze der Konzession Wildegg-Brugg ist, eine Dividende von 6¾ %.

9. Das Kraftwerk Rekingen (im Bau).

Unter Berücksichtigung der Schiffahrtsinteressen haben zahlreiche Studien und Verhandlungen ergeben, daß die Rheinstrecke von Koblenz bis zum Elektrizitätswerk Eglisau (ca. 20 Meter Gefälle) am besten in zwei Stufen ausgenützt wird, von denen heute die obere (Rekingen bis Eglisau) im Ausbau steht.

Die Konzedierung des Kraftwerkes Rekingen, die eine Geschichte von 15 Jahren umfaßt, stieß auf dieselben Schwierigkeiten wie diejenige der Rheinwerke Ryburg-Schwörstadt und Albbruck-Dogern.*

Am 10. Oktober 1929 erteilten die Uferstaaten die gemeinsame Verleihung für die Gefällsstufe Rekingen bis Eglisau an die Buß A. G., Basel, und die Lonzawerke G. m. b. H., Waldshut z. H. einer zu gründenden Aktiengesellschaft, die 1930 von der Lonza A. G,- Basel, und den Lonzawerken G. m. b. H., Waldshut, mit einem Grundkapital von 10 Millionen RM konstituiert wurde. Der Sitz des Unternehmens befindet sich in Rekingen (Baden).

Zufolge der ungünstigen Energiemarktverhältnisse während der wirtschaftlichen Depressionsperiode von 1930 bis 1934 erfuhr die Ausführung des Werkes eine Verzögerung von sieben Jahren. In dieser Zeit arbeitete aber die «Kraftwerk Rekingen A. G.» an der weitern Verbesserung des Projektes, und in der Zusatzkonzession von 1937 wurde die Betriebswassermenge von ursprünglich 425 m^3/sek. auf 510 m^3/sek. erhöht (Jahresmittel 437 m^3/sek.).

* Vergl. S. 100 ff.

Im Mai 1938 begann man mit den Bauarbeiten, die voraussichtlich Mitte 1941 beendet sein werden. Das Maschinenhaus, das ca. 700 Meter flußaufwärts der Station Rekingen und unmittelbar neben das Stauwehr zu stehen kommt, wird mit nur zwei Aggregaten von je 24,000 PS ausgerüstet. Die Jahresproduktion an elektrischer Arbeit wird rund 200 Millionen kWh betragen, deren Verwendungszweck jedoch noch nicht bekannt ist. Das mit drei Öffnungen ausgestattete Wehr staut den Rhein bis auf max. zwölf Meter.

Die Erstellungskosten sind auf 30 Millionen Franken veranschlagt worden.

IV. Industrieeigene Werke.

1. Das Kraftwerk Windisch.

(Inhaberin: A. G. der Spinnereien von Heinrich Kunz, Windisch.)

Die Konzessionsurkunde dieses Werkes zum Betriebe einer mechanischen Baumwollspinnerei datiert auf das Jahr 1828 zurück. Die Rechtsdauer der Verleihung ist zeitlich unbeschränkt, d. h. es bestehen keinerlei Heimfalls- und Rückkaufsklauseln von Seiten des Staates. Diese Konzedierungsart in Form von Ehehaftsrechten (sog. grundsätzliche Bewilligungen) war zu jener Zeit allgemein üblich, weshalb sehr viele Verleihungen, hauptsächlich für kleinere Wasserkraftanlagen, auch heute noch zeitlich nicht begrenzt sind.

Das Aufblühen der Spinnerei erforderte nach und nach eine Steigerung der mechanischen Hilfskraft. 1871 wurde das anfänglich eingebaute Wasserrad durch eine Turbine ersetzt. Die folgenden Erweiterungen des Werkes entfallen auf die Jahre 1882 (sukzessive Umstellung auf elektrischen Antrieb), 1902, 1916, 1919 und 1927 (Einbau weiterer Aggregate und Stauerhöhungen). Die Zentrale besitzt heute sechs Maschineneinheiten mit einer Leistung von insgesamt 2,500 PS. Der Ausbau auf 60 m^3/sek. liegt weit unter dem Jahresmittel (132 m^3/sek.). Das ausnutzbare Gefälle schwankt zwischen drei und fünf Meter.

Die allgemeine Anordnung der Anlage ist folgende. Ein ca. 100 Meter langer Einlaufkanal leitet das vom festen Grundwehr aufgefangene Wasser zum Maschinenhaus, von dem es durch einen 1,1 Kilometer langen Unterwasserkanal der Reuß wieder zurückgegeben wird.

Über die Erstellungskosten waren leider keine Angaben erhältlich; sie dürften jedoch kaum zwei Millionen Franken übersteigen. Die gesamte Energieerzeugung von ca. 6 Millionen kWh (technisch möglich ist eine Produktion von ca. 10 Millionen kWh) dient ausschließlich der Deckung des eigenen Fabrikbedarfes.

2. Das Kraftwerk «Schiffmühle».

(Inhaber: Dr. H. Landolt, Turgi.)

Die Konzession dieses Werkes, die vom aargauischen Regierungsrat am 21. Mai 1840 erteilt worden ist, hat ebenfalls eine zeitlich unbeschränkte Rechtsdauer. Erst 1895 erwarb die «Elektro-Chemie, Turgi»* die ursprünglich zu Mahlzwecken verwendete Wasserkraftanlage, ersetzte die Wasserräder durch zwei Turbinen von zusammen 600 PS und führte den elektrischen Betrieb ein. 1914 wurde das Maschinenhaus vergrößert und ein weiteres Aggregat eingebaut (400 PS). 1931 erhielt der Werkbesitzer die zusätzliche Bewilligung, eine zweite Zentrale zu erstellen** und den Stau mit Hilfe eines Klappwehres um 30 Centimeter zu erhöhen.

Mit diesen Erweiterungen, die 1934 vollendet waren, wurde der heutige Zustand des Kraftwerkes erreicht.

Ein Streichwehr mit einer Klappschleuse als Abschluß stauen die Limmat ca. 600 Meter flußaufwärts. Der Oberwasserkanal, der das Betriebswasser zu den Maschinenhäusern führt, hat eine Länge von 430 Meter. Die Schluckfähigkeit der Turbinen von zusammen 65 m^3/sek. liegt erheblich unter dem Jahresmittel (99 m^3/sek.). Ein höherer Ausbau dürfte wegen den ungenügenden Dimensionen des Einlaufkanales ausgeschlossen sein.*** Das ausbeutbare Gefälle beträgt max. 3,5 Meter. Die sich sehr gut ergänzende Bedarfsstruktur dieses Werkes (Elektrochemie- und Allgemeinverbrauch)**** ermöglicht das technisch mögliche Produktionsvolumen der Anlage vollständig zu verwerten (ca. 11 Millionen kWh).

Über die Erstellungskosten waren auch bei diesem Werk keine Angaben erhältlich.

* Nach der Umwandlung der «Elektrochemie Turgi» in eine Aktiengesellschaft, blieb das Elektrizitätswerk persönliches Eigentum von Dr. Landolt.

** Diese Zentrale sollte zuerst mit zwei kleinen Turbinen ausgerüstet werden. Man installierte jedoch nur ein Aggregat zu 800 PS.

*** Vergl. Rechenschaftsbericht des aarg. Regierungsrates 1931.

**** Das Werk beliefert die Gemeinden Untersiggental und Turgi (teilweise) mit elektrischer Energie.

3. Die Kraftwerke der Jura-Cement-Fabriken, Aarau.

a) Das Elektrizitätswerk in Wildegg.

Gestützt auf die grundsätzliche, zeitlich nicht begrenzte Bewilligung von 1889 erstellte die obige Firma zur Deckung des Kraftbedarfes ihrer Cementfabrik in Wildegg daselbst ein Wasserwerk, das nach Maßgabe des Aufstieges dieses Betriebes in den Jahren 1896 (Umstellung auf elektrischen Antrieb), 1907 (Bau eines Schleusenwehres), 1912 und 1928 erweitert wurde. Die Zentrale verfügt heute über sieben Maschineneinheiten mit einer Leistung von insgesamt 2,400 PS.

Die Anlage nützt die Aarestrecke zwischen Rupperswilerschachen und Wildegg aus. Ein 1,2 Kilometer langer Einlaufkanal leitet das Betriebswasser vom Schleusenwehr zu dem 200 Meter oberhalb der Straßenbrücke gelegenen Maschinenhaus. Ein kurzer Unterwasserkanal bildet die Wasserrückgabe. Die Gefällshöhe erreicht max. 4,1 Meter, und die Turbinen (sieben Einheiten) haben zusammen eine Schluckfähigkeit von 75 m^3/sek. Der Ausbau liegt demnach nicht nur unter dem Jahresmittel, sondern sogar unter dem mittleren Jahresminimum.

Die Energieerzeugung von ca. 8 Millionen kWh pro Jahr wird ausschließlich in der Cementfabrik verwendet.

Die Jura- Cementfabriken beabsichtigen das Wildegger-Werk nach den neuesten Grundsätzen um- und auszubauen. Das Projekt und das Konzessionsgesuch sind aber bis heute immer noch im Stadium der behördlichen Prüfung.

b) Das Kraftwerk Rüchlig.

Als die S. B. B. 1926 auf ihre Konzession für die Aarestrecke von Rupperswil bis Aarau* verzichet hatten, bewilligte der aargauische Regierungsrat das von den Jura-Cement-Fabriken 1924 eingereichte Gesuch um Erweiterung ihres schon seit 1884 bestehenden Kraftwerkes Rüchlig. In die Zusatzkonzession wurde die Bedingung aufgenommen, daß das A. E. W. während der Winterszeit über die Energieerzeugung einer Maschineneinheit von 2,300 PS verfügen kann.

In den Jahren 1927/29 wurde die Zentrale vollständig neu aufgebaut und ein Schleusenwehr, das die Aare bis zur Kettenbrücke in Aarau staut, erstellt. Die Anlage des Ein- und Auslaufkanales blieb dieselbe wie beim alten Werk.

---

* Die SBB besitzen heute nur noch die Konzession von Rupperswil bis zum Kraftwerk Rüchlig.

Die ausnutzbare Gefällshöhe schwankt zwischen 3,5 und 4,05 Meter, und die Schluckfähigkeit der fünf montierten Aggregate beträgt zusammen 150 m^3/sek. (Jahresmittel: 319 m^3/sek.). Das Werk verfügt heute über eine installierte Leistung von 7,000 PS und produziert jährlich rund 25 Millionen kWh, von denen das A. E. W. z. H. der N. O. K. 6 Millionen kWh zum Selbstkostenpreis übernimmt.

Die Kosten des Umbaues stellten sich auf ca. 4,5 Millionen Franken.*

V. Statistische Zusammenfassung.

In einem Gesamtüberblick soll hier die Entwicklung der hydroelektrischen Kraftnutzung im Kanton Aargau dargestellt werden.

Die folgenden Tabellen** umfassen auch die Elektrizitätswerke mit einer installierten Leistung von weniger als 1,500 PS, von denen die wichtigsten erwähnt seien: E. W. Zufikon bei Bremgarten (1,350 PS), E. W. Bruggmühle bei Bremgarten (450 PS), E. W. der Zwirnerei Stroppel A. G. (560 PS), E. W. der Broncewarenfabrik A. G., Turgi (720 PS), E. W. der A. G. vormals E. Kappeler-Bébié, Turgi (650 PS). Dagegen werden die nur hydromechanisch eingerichteten Kraftanlagen*** nicht mitberücksichtigt.

Bei den interkantonalen bezw. internationalen Elektrizitätswerken wird nur der auf den Kanton Aargau entfallende Leistungsanteil erfaßt.

a) Die Entwicklung des Ausbaues.

Jahr	Ausgebaute PS	Inbetriebgenommene Anlagen und Erweiterungen
1890	2,890	****
1895	4,760	Kappelerhof, Brugg, Aarau
1900	9,140	Rheinfelden, Ruppoldingen
1905	28,320	Beznau, Erweiterungen
1910	59,640	Aue, Erweiterungen
1915	92,800	Laufenburg, Augst, Erweiterungen
1920	116,470	Gösgen, Erweiterungen
1925	122,350	Erweiterungen
1930	151,140	Ryburg-Schwörstadt, Umbau Rüchlig
1935	303,230	Dogern, Klingnau, Wettingen
1939	336,180	Erweiterungen

* Angabe des Werkingenieurs.

** Zusammengestellt aus den Rechenschaftsberichten des aargauischen Regierungsrates.

*** 341 Werke mit zusammen rund 6,000 PS.

**** Die schon 1890 bestehenden Anlagen sind auf Seiten 67/68 erwähnt.

Die Vollendung des Kraftwerkes Rekingen (voraussichtlich im Jahre 1941) wird die Zahl der installierten PS auf rund 360,200 erhöhen. Kommt die eine oder andere der verliehenen und projektierten Anlagen zur Ausführung, so dürften in absehbarer Zeit 70 % der aargauischen Wasserkräfte ausgebaut sein.

Die Tabelle zeigt nicht nur den gewaltigen Aufstieg der gesamten Werkskapazität, sondern sie enthält auch den Konzentrationsprozeß, der sich nach und nach auf dem Gebiete der hydroelektrischen Wasserkraftnutzung durchsetzte. Entfielen im Jahre 1890 die 2,800 PS auf neun Anlagen (durchschnittlich 311 PS pro Werk), so partizipieren an der heute installierten Leistung nur 31 Elektrizitätswerke (durchschnittlich 10,845 PS pro Werk). Ähnlich verhält es sich mit den Zahlen der Maschineneinheiten.*

An der Ausbauentwicklung sind die einzelnen Flußgebiete wie folgt beteiligt (in PS):

Jahr	Rhein	Aare	Reuß	Limmat
1890		410	820	1,660
1895		1,040	1,180	2,540
1900	3,250	2,070	1,180	2,640
1905	5,260	18,040	1,860	3,160
1910	13,420	33,510	4,180	8,530
1915	44,670	35,060	4,540	8,530
1920	59,730	43,320	4,890	8,530
1925	60,630	44,150	4,890	12,680
1930	70,760	62,810	4,890	12,680
1935	137,440	114,230	5,140	46,420
1939	167,110	117,510	5,140	46,420

Nach der Betriebsübergabe des Rekinger-Werkes wird die aargauische Wasserkraftnutzung folgenden Stand erreichen:

Flußgebiet	Ausgebaut	Konzessioniert	Frei	Total
Rhein	191,110		73,000	264,110
Aare	117,510	86,000	18,500	222,010
Reuß	5,140		89,300	94,440
Limmat	46,420		23,100	69,520
Zusammen	360,180	86,000	203,900	650,080

* Vergl. S. 100.

Es ist merkwürdig, daß die Reuß bis heute in so geringem Maße zur hydroelektrischen Energiegewinnung herangezogen wurde, umsomehr als sie sehr günstige Gefällsstufen aufweist und über eine verhältnismäßig ausgeglichene Wasserführung verfügt.

Die noch nicht belegten Gefällsstrecken der vier Hauptflüsse sind:

1. Im Rhein: Stein-Säckingen bis Laufenburg, Koblenz bis Rekingen.
2. In der Aare: Lauffohr bis Brugg, Kantonsgrenze bis Aarburg (konzessioniert: Brugg bis Wildegg, Rupperswil bis Rüchlig).
3. In der Reuß: Windisch bis Bremgarten, Hermetschwil bis Ober-Gumpelsfahr.
4. In der Limmat: Schiffmühle bis Kappelerhof, Ennet-Baden bis Aue.

Die nachstehende Tabelle enthält die gesellschaftlich-systematische Gliederung der aargauischen Wasserkraftnutzung.

Jahr	Staatswerke (PS)	Kommunalwerke (PS)	(%)	Gemischtwirtschaftliche Werke (PS)	(%)	Privatwerke (PS)	(%)
1890						2,830	100
1895		810	17			3,950	83
1900		1,270	16			7,870	84
1905		1,840	7			26,480	93
1910		5,130	9			54,510	91
1915		15,140	16	16,000	17	61,660	67
1920		19,120	16	16,000	14	81,350	70
1925	260	23,350	19	16,000	13	82,740	68
1930	830	24,140	16	41,500	27	84,670	57
1935	830	55,130	18	162,000	53	85,270	29
1939	2,180	55,780	17	192,000	57	86,220	26

Der sehr geringe Anteil der Stauwerke ist auf die Vorschrift des Gründungsvertrages der N. O. K. (§ 4/I, II) zurückzuführen, wonach die kantonalen Verteilungsunternehmen ihren Strombedarf ausschließlich von den Kraftanlagen der N. O. K. zu beziehen haben.*

Die Gemeindewerke nehmen in der ganzen Entwicklungsperiode eine bedeutende Stellung ein.** Mit dem bevorstehenden Ausbau der Limmatstrecke Schiffmühle bis Ennet-Baden wird ihre Vertretung an der aargauischen Wasserkraftnutzung rund 20 % betragen.***

* Das A. E. W. erhielt die Erlaubnis, vier kleine E. W. zu erwerben.

** Das Kraftwerk Augst wurde zu den Gemeindewerken gerechnet.

*** Vergl. S. 77.

Einen gewaltigen Aufstieg weisen in den letzten zehn Jahren die gemischtwirtschaftlichen Werke auf, da sich die N. O. K. und der Kanton Aargau bezw. das A. E. W. an den neuesten großen Kraftanlagen namhaft beteiligt haben (Ryburg-Schwörstadt, Dogern, Klingnau).

Nach den ersten 25 Jahren einer lebhaften Entfaltung traten die Privatwerke mehr in ein stagnierendes Stadium ein. «Der immer mehr um sich greifenden Tendenz der Kantone, die Versorgung ihres Landesteiles mit elektrischer Energie an sich zu ziehen, und der damit verbundenen Unsicherheit der Rechtslage, dürfte die eingetretene größere Zurückhaltung der Privatinitiative in erster Linie zuzuschreiben sein».* Abgesehen von der heute sich im Bau befindenden Anlage Rekingen sind Laufenburg und Gösgen die beiden letzten von Privatgesellschaften erstellten Großwerke. In der Zwischenzeit wurden die bestehenden Zentralen um- und ausgebaut, was aber ein Abgleiten der relativen Beteiligung nicht zu verhindern vermochte. Auch die Inbetriebnahme des Rekingerwerkes wird die heutige Situation nicht wesentlich verändern.

b) Die hydroelektrische Energieerzeugung im Kanton Aargau und ihre Bedeutung in der schweizerischen Elektrizitätswirtschaft.

Die vorigen Darstellungen lassen darauf schließen, daß der hydroelektrischen Wasserkraftnutzung im Kanton Aargau in der schweizerischen Energiewirtschaft eine große Bedeutung zukommt.

An der heute in den schweizerischen Elektrizitätswerken installierten Gesamtleistung von rund drei Millionen PS** partizipieren die aargauischen Anlagen mit 336,180 PS. Hingegen entfielen von den im Jahre 1938/39 (1. Oktober bis 30. September) erzeugten 7,134 Millionen kWh ca. 1,752 Millionen kWh*** auf Werke im Kanton Aargau. Die hier in Erscheinung tretende Diskrepanz zwischen dem Anteilverhältnis der eingebauten Leistung und der Produktion liegt in dem Umstand, daß sich auf aargauischem Gebiete nur Niederdruckwerke befinden, deren Nutzungsdauer diejenige der Speicheranlagen wegen der spezifischen Erzeugungs- und Verbrauchsstruktur um das Mehrfache übersteigt.****

---

* Geschäftsbericht der A. G. Motor 1910.

** Angaben des Schweiz. Wasserwirtschaftsverbandes.

*** Eigene Schätzung; hinsichtlich der Produktion enthalten die Statistiken des eidg. Amtes für Elektrizitätswirtschaft keine Gliederung nach Kantonen.

**** So darf z. B. mit Sicherheit angenommen werden, daß die Kraftwerke im Kanton Wallis mit einer installierten Leistung von 615,000 PS nicht so viel Energie pro Jahr erzeugen können wie die aargauischen Anlagen.

Die aus aargauischen Wasserkräften gewonnene Energie wird größtenteils außerhalb dem Kantonsgebiet verwendet, da das A. E. W. und die städtischen Werke Aarau, Baden und Brugg im Jahre 1939 einen Stromumsatz von zusammen nur ca. 195 Millionen kWh aufwiesen. Fügt man noch das Produktionsvolumen der industrieeigenen Anlagen hinzu, so ergibt sich im Kanton Aargau ein jährlicher Stromverbrauch von ca. 250 Millionen kWh. Von der übrigen Energiemenge fließen heute jährlich ca. 135 Millionen kWh in das Versorgungsgebiet des Elektrizitätswerkes Basel und ca. 155 Millionen kWh in das Verteilungsnetz des Elektrizitätswerkes der Stadt Zürich. Unter Abzug des Stromumsatzes des A. E. W. werden dem schweizerischen Konsumgebiet der N. O. K. aus aargauischen Wasserkräften ungefähr 210 Millionen kWh zugewiesen. Von den im Jahre 1938/39 (1. Oktober bis 30. September) exportierten 1,563 Millionen kWh* entfallen rund eine Milliarde kWh auf aargauische Werke.

In den Jahren 1923 bis 1926 war die Energieausfuhr Gegenstand zahlreicher Erörterungen.** Mit Recht wurde von Seiten der schweizerischen Konsumenten die gegenseitigen Preisunterbietungen einzelner Elektrizitätswerke für den Stromexport, aus dem nur das Ausland einen Nutzen zog, angegriffen. Da ein absolutes Verbot der Abgabe von elektrischer Kraft ins Ausland dem Ausbau unserer Wasserkräfte sehr hinderlich gewesen wäre, entschloß man sich 1924 das Behandlungsverfahren der Exportgesuche in der Weise abzuändern, daß eine ungesunde Konkurrenzierung der Kraftwerke bis heute nicht mehr stattfinden konnte.***

Der Energieexport wird heute allgemein anerkannt, da die Elastizität der Ausfuhrverträge die Produktionsregelung in der schweizerischen Elektrizitätswirtschaft ergänzt. «Die Lieferungen an das Ausland sind deshalb interessant, weil sie im Sommer, also in der Zeit großer Energiedisponibilitäten, stets größer sind als im Winter, und zwar übertraf die Ausfuhr im Sommer diejenige im Winter in den letzten 11 Jahren um 5 bis 42 %»**** Die Einnahmen aus dem Energieexport schwankten in den letzten 5 Jahren zwischen 20 und 25 Millionen Franken und berechtigen zur Annahme, daß vornehmlich minderwertige Stromkategorien ausgeführt werden (ca. 1,7 Rp. pro kWh).

* Bulletin des Schweiz. Elektrotechnischen Vereins, 1940, Nr. 1.

** Vergl. Diss. Muri W.: Der schweiz. Export elektrischer Energie.

*** Sämtliche in Frage stehenden Gesuche werden zusammen behandelt..

**** Aus dem Artikel von M. Villars in der Festgabe für a. Bundesrat Schultheß: 50 Jahre schweiz. Elektrizitätswirtschaft.

Sind auf dem Gebiete der elektrischen Raumheizung in nächster Zeit weitere Fortschritte zu erzielen, so liegt es laut Art. 8 des WRG in der Kompetenz des Bundesrates, die Ausfuhrbewilligungen nach Maßgabe des Inlandsbedarfes zu sistieren.* Die Bedeutung der Reservestellung des Energieexportes für diesen zukünftigen einheimischen Verwendungszweck darf nicht unterschätzt werden.

---

* Vergl. S. 102.

LITERATUR UND QUELLENVERZEICHNIS

Führer durch die schweizerische Wasserwirtschaft, 2 Bde., Zürich 1926, herausgegeben vom Schweiz. Wasserwirtschaftverband.

GRIMM R.: Die Wirtschaftlichkeit kommunaler Betriebe, Bern 1925,
Postulate: 26. Sept. 1923, 27. März 1925, 30. Mai 1928, 21. Jan. 1930.

HAFNER K.: Die schweizerischen Finanzierungsgesellschaften für elektrische Unternehmungen, Diss., Freiburg 1912.

HUMMEL TH.: Die Schweiz im Banne der Kohle infolge unnationaler Elektrizitätswirtschaft, Basel 1926.

JENNY: Kosten und Entwicklungsstand der kalorischen Energieerzeugung, Zürich 1929.

HULFTEGGER: Die Tätigkeit der öffentlichen Gemeinwesen der Schweiz auf dem wirtschaftlichen Gebiete, Zürich 1929.

KAMM N.: Die Ausfuhr elektrischer Energie aus der Schweiz ins Ausland. Diss., Frankfurt 1924.

KELLER TH.: Die Elektrizitätsversorgung der Stadt Zürich. Diss., Zürich 1926.

LEXIS W.: Artikel «Finanzgesellschaft» im Handwörterbuch der Staatswissenschaften, 2. Auflage.

LIEFMANN R.: Artikel «Finanzierungsgesellschaften» im Handwörterbuch der Staatswissenschaften, 3. Auflage.
Beteiligungs- und Finanzierungsgesellschaften, Jena 1921.
Die Unternehmungsformen, Stuttgart 1912.

LUDIN A.: Die Wasserkräfte, ihr Ausbau und ihre wirtschaftliche Ausnutzung, 1. Band 1913, Berlin.

MEYER-PETER: Wirtschaftliche Gesichtspunkte für den Ausbau der schweizerischen Wasserkräfte. Zeitschrift für schweiz. Statistik und Volkswirtschaft, 1923.

MURI W.: Der schweizerische Export elektrischer Energie, Diss., Bern 1926.

PINNER F.: Emil Rathenau und das elektrische Zeitalter, Leipzig 1918.

SAITZEW M.: Die Kosten der Wasserkraft und ihre Unabhängigkeit von der Höhe des Arbeitslohnes, Zürich 1919.

SCHIRMER A.: Die schweizerischen Wasserkräfte als volkswirtschaftliches Gut. Diss., Zürich 1920.

SEIDNER M.: Energiewirtschaft: Eine Studie über kalorische und hydraulische Energieerzeugung, Wien/Berlin 1930.

STEINER E.: Die Elektrizitätsversorgung der Schweiz.
Über den Ersatz der in der Schweiz benötigten Brennstoffe durch hydraulische Energieerzeugung, Zürich 1930.

TRÜB H.: Der Staat und die Wasserkraftanlagen in der Schweiz. Diss., Zürich 1921.

WETTSTEIN B.: Rückkauf und Heimfall im schweizerischen Wasserrecht. Diss., Zürich 1925.

WAFFENSCHMID W. G.: Wasserkraft und Dampfkraft im wirtschaftlichen Wettbewerb. Karlsruhe 1923.

WYSSLING W.: Die Ergebnisse der Statistik der schweizerischen Elektrizitätswerke für 1922 im Vergleich mit früheren Statistiken. Bulletin des Schweiz. Elektrotechn. Vereins 1924, Nr. 12.

WYSSLING W.: Tarife schweizerischer Elektrizitätswerke für den Verkauf elektrischer Energie. Zürich 1904.

WYSSLING W.: Über die Verhältnisse des Energieabsatzes aus den hydroelektrischen Werken in der Schweiz und ihren Zusammenhang mit der Veranlagung solcher Werke. Zürich 1924.

ZOLLINGER M.: Die Finanzierung der schweizerischen Maschinengroßindustrie. Diss., Weinfelden 1925.

Periodische Publikationen

Jahrbuch des Schweiz. Elektrotechn. Vereins (S. E. V.).

Bulletin des S. E. V.

Schweizerische Wasserwirtschaft.

Der Energiekonsument.

Schweizerische Bauzeitung.

Jahresberichte privater und gemeinwirtschaftlicher Elektrizitätswerke, sowie diejenigen der schweizerischen Konstruktionsfirmen und Finanzierungsgesellschaften der Elektrizitätsindustrie.

VITA

Als Sohn des Josef Hafner (gestorben 1933), gewesener Gastwirt in Baden, und der Pauline Hafner geb. Müller wurde ich, Hafner Johann, von Künten (Kanton Aargau), am 14. Februar 1915 in Baden geboren. Daselbst besuchte ich die Primar- und Bezirksschule (letztere 4 Jahre). Unmittelbar darauf trat ich im Frühjahr 1931 in die Aargauische Kantonsschule (Handelsabteilung) ein, die ich im Frühling 1934 mit dem Diplom verließ. Nach einer halbjährigen praktischen Tätigkeit in einem Fabrikationsbetriebe und einem vierteljährigen Vorbereitungskurs erwarb ich am 16. April 1935 die Handelsmaturität der Handelshochschule St. Gallen, wo ich mich anschließend noch für zwei weitere Semester bis April 1936 immatrikulierte. Darnach folgte ein Semester an der Universität Zürich (April 1936 bis Juli 1936). Den Rest und Abschluß meines volkswirtschaftlichen Studiums absolvierte ich an der Universität Basel (Oktober 1936 bis März 1940), wo ich im Dezember 1939 zum Dr. rer. pol. promovierte.

Die Dissertation ist unter der Leitung der Herren Professoren Dr. Fritz Mangold und Dr. Edgar Salin entstanden.

Meine akademischen Lehrer waren die Herren:

Prof. Dr. F. Mangold
» » *E. Salin*
» » *H. Ritschl*
» » *Th. Brogle*
» » *L. V. Furlan*
» » *F. Wagner*
» » *Friedr. Voechting*
» » *Aug. Simonius*
» » *Erw. Ruck*
» » *Arm. Janner*
» » *Reto Roedel*
» » *P. Schmidt*
» *S. Schneider*

Prof. Dr. Em. Saitzew
» » *Eug. Grossmann*
» » *R. Büchner*
» » *O. Juzi*
» » *A. Egger*
» » *R. Debes*
» » *Paul Keller*
» » *Th. Keller*
» » *G. Vetsch*
» » *W. Hug*
» » *W. Gsell*
» » *H. Temperli*
» » *W. Nef*
» *Jos. Volmar*